

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΡΟΥΣΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΗΧΟΣ
ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΝΙΚΟΛΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΧΑΪΤΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ-ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΛΑΧΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΙΓΙΟ 2013

SHOCKWAVE THERAPY
PHYSICAL PRINCIPLES AND APPLICATION IN
PHYSIOTHERAPY

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας, που ήταν δίπλα μας στηρίζοντάς μας σε κάθε μας βήμα.

Επίσης ευχαριστούμε θερμά τον υπεύθυνο καθηγητή μας κύριο Βλαχόπουλο για την υποστήριξή του κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μας.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Κώδικα Δεοντολογίας Φυσικοθεραπευτών «πρωταρχική μέριμνα του φυσικοθεραπευτή κατά την παροχή υπηρεσιών του είναι η κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου ως βιοψυχοκοινωνικής και πνευματικής οντότητας. Με αποκλειστικό γνώμονα το συμφέρον του ασθενή, στα πλαίσια της πρόληψης, διάγνωσης, θεραπείας, αποκατάστασης και ανακούφισης από τον πόνο, ο φυσικοθεραπευτής οφείλει να χρησιμοποιεί το σύνολο των επιστημονικών και επαγγελματικών του γνώσεων, δεξιοτήτων και την εμπειρία του, διατηρώντας σε κάθε περίπτωση την επιστημονική και επαγγελματική αυτοτέλεια».

Για την επίτευξη της πλήρους αποκατάστασης του ασθενή απαιτείται γνώση, συνεχής αξιολόγηση των υποκειμενικών και αντικειμενικών στοιχείων καθώς και αξιόπιστα μέσα που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιοτική ζωή του ασθενή. Η καλή συνεργασία του ασθενή με το φυσικοθεραπευτή αποτελεί βασικό θεμέλιο για την υλοποίηση των στόχων που θέτονται την εκάστοτε φορά. Στις μέρες μας, ο κλάδος της τεχνολογίας έχει σημειώσει εκπληκτική πρόοδο και σαν αποτέλεσμα, όλο και περισσότερα μηχανήματα κυκλοφορούν στην αγορά για την αντιμετώπιση επώδυνων ασθενειών, δίνοντας την ευκαιρία στο φυσικοθεραπευτή να διευρύνει τις γνώσεις του πάνω στο αντικείμενό του, επιτυγχάνοντας την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων του κάθε ασθενούς.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή έχει ως θέμα 'Κρουστικός υπέρηχος. Φυσικές αρχές και εφαρμογή στη φυσικοθεραπεία'. Αναφέρεται σε μία σύγχρονη τεχνική αποκατάστασης, γνωστή ως θεραπεία κρουστικών υπερήχων (Shock Wave Therapy). Ο κρουστικός υπέρηχος είναι ένα ακουστικό κύμα με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό την ακαριαία αύξηση της ασκούμενης πίεσης εντός πολύ μικρού χρονικού διαστήματος της τάξης των μερικών ns. Ο μηχανισμός δημιουργίας και η φύση των κρουστικών κυμάτων, καθώς και η φύση της αλληλεπίδρασής τους με την ύλη και ιδιαίτερα με τους ιστούς, όπως και τα είδη του κρουστικού υπέρηχου, την εστιασμένη και την ακτινική θεραπεία παρουσιάζονται στο πρώτο κεφάλαιο. Αν και οι κρουστικοί υπέρηχοι ξεκίνησαν ως μέθοδος με εφαρμογές στις τεχνικές επιστήμες, τα τελευταία χρόνια έχουν βρει σημαντική εφαρμογή στις επιστήμες υγείας. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσονται οι εφαρμογές των κρουστικών υπερήχων στην ιατρική, με κυρίαρχες αυτές της λιθοτριψίας και της καρδιακής εξωσωματικής θεραπείας με κρουστικό κύμα χαμηλής ενέργειας (Extracorporeal cardiac shockwave). Στο τρίτο κεφάλαιο, που αποτελεί και το κύριο μέρος της εργασίας, αναπτύσσονται οι βασικές εφαρμογές της μεθόδου των κρουστικών υπερήχων, όπως η εφαρμογή τους σε υπερτονία άνω άκρου μετά από εγκεφαλικό, στην οστεοαρθρίτιδα γόνατος, στο σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου, στην διαχείριση καταγμάτων, στο υπακρωμιακό σύνδρομο πόνου, στην τενοντίτιδα υπερακανθίου, στην τενοντίτιδα στροφικού πετάλου, στην έξω και έσω επικονδυλίτιδα, στην τενοντίτιδα επιγονατιδικού και του αχίλλειου τένοντα και στη θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας. Κλείνοντας στην ενότητα των συμπερασμάτων, συνοψίζονται ευεργετικές συνέπειες όπως της τεχνικής στην ενεργοποίηση των καρδιακών βλαστοκυττάρων και στην αναγέννηση του μυοκαρδίου, στην αντιμετώπιση της τενοντίτιδας του αχίλλειου τένοντα, στην οστεοαρθρίτιδα, καθώς και ως μέσο θεραπείας και διάγνωσης στο μυοπεριτονιακό σύνδρομο πόνου. Οι περιορισμοί που υπάρχουν αφορούν την εφαρμογή του κρουστικού υπερήχου στην χρόνια παγκρεατίτιδα αφού γίνεται σε συνδυασμό με την ενδοσκοπική θεραπεία, στην θεραπεία του περιφερικού ουρητήρα όπου προτιμάται η ουρητηροσκόπηση, στην επικονδυλίτιδα διότι οι στεροειδείς ενέσεις είναι πιο ευεργετικές και στην πελματιαία απονευρωσίτιδα αφού η συμβατική φυσικοθεραπεία είναι πιο αποτελεσματική.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	II
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	III
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	IV
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
ΜΕΡΟΣ Α	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Φυσικές αρχές και χαρακτηριστικά κρουστικών υπερήχων.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Εφαρμογές κρουστικών υπερήχων στην ιατρική.....	10
2.1 Η εκτίμηση της ασφάλειας της θεραπείας των κρουστικών κυμάτων στη καρδιά.....	10
2.2 Σύγκριση της εξωσωματικής λιθοτριψίας (ESWL) με την ουρητηροσκόπηση (URS) για τη θεραπεία των λίθων του περιφερικού ουρητήρα.....	11
2.3 Εφαρμογή της εξωσωματικής λιθοτριψίας των κρουστικών κυμάτων στην αντιμετώπιση της χρόνιας παγκρεατίτιδας.....	11
2.3.1 Η εξωσωματική λιθοτριψία των κρουστικών κυμάτων στην αντιμετώπιση της χρόνιας παγκρεατίτιδας.....	11

2.3.2 Βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της εξωσωματικής λιθοτριψίας (ESWL) και της ενδοσκοπικής θεραπείας για τις λίθους του παγκρέατος	12
---	----

ΜΕΡΟΣ Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Εφαρμογές κρουστικών υπερήχων στη φυσικοθεραπεία.....14

3.1 Μακροπρόθεσμη επίδραση της θεραπείας κρουστικών κυμάτων σε υπέρταση άνω άκρου σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο.....	15
3.2 Εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων (ESWT) δείχνει έναν αριθμό θεραπειών που σχετίζονται με τη χονδροπροστατευτική επίδραση στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος σε αρουραίους.....	16
3.3 Η επίδραση της εξωσωματικής θεραπείας κρουστικών κυμάτων στο σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου	19
3.4 Συστηματική ανασκόπηση της χρήσης της εξωσωματικής θεραπείας στη διαχείριση καταγμάτων	21
3.5 Ακτινική εξωσωματική θεραπεία κρουστικών υπερήχων σε σύγκριση με ελεγχόμενες ασκήσεις σε ασθενείς με υπακρωμιακό σύνδρομο πόνου: τυχαιοποιημένη μελέτη	23
3.6 Βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα της εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων για τη θεραπεία της χρόνιας μη ασβεστοποιού τενοντίτιδας του υπερακανθίου: μια διπλή τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη και εικονική (placebo) μελέτη	25
3.7 Η μελέτη της εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων με υψηλή ενέργεια στην αντιμετώπιση της τενοντίτιδας του στροφικού πετάλου	28
3.8 Η επαναληπτική θεραπεία κρουστικών κυμάτων για την έξω επικονδυλίτιδα-μια συστηματική και ποιοτική ανάλυση ερευνών	29

3.9 Αποτελεσματικότητα της αρχικής εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων στους νεοδιαγνωσθέντες ασθενείς με έξω ή έσω επικονδυλίτιδα.....	31
3.10 ESWT για τενοντοπάθεια: Η τεχνολογία και κλινικές επιπτώσεις και η μελέτη TopGame (η αποτελεσματικότητα της θεραπείας με κρουστικούς υπερήχους σε αθλητές άλματος με τενοντίτιδα επιγονατιδικού)	34
3.11 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη χρήση κρουστικών υπερήχων σε τενοντίτιδα επιγονατιδικού τένοντα	36
3.12 Δράση του κρουστικού υπερήχου στον αχίλλειο τένοντα των κουνελιών.....	38
3.13 Σύγκριση των ακτινικών κρουστικών κυμάτων και της συμβατικής φυσικοθεραπείας για τη θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας.....	41
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	52

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

FSWT= Focus shock wave therapy

RSWT=Radial shock wave therapy

ECSW= Extracorporeal cardiac shockwave

ESWL=Extracorporeal shock wave lithotripsy

URS=Ureterorenoscopy

ACLT=Anterior cruciate ligament transected

MPS=Myofascial pain syndrome

NCST= Non calcific tendinopathy of the supraspinatus

CMS=Constant murley scale

VISA=Victorian institute of sport assessment

VAS=Visual analogue scale

ROM=Normal range of motion

BMI=Body mass index

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξωσωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα ξεκίνησε με αφορμή μιας τυχαίας παρατήρησης οστεοβλαστών κατά τη διάρκεια μελέτης σε ζώα στα μέσα της δεκαετίας του 1980. Έκτοτε χρησιμοποιείται στην ιατρική με τη χρήση λιθοτριψίας (παγκρεατίτιδα), καθώς και σε μυοσκελετικές διαταραχές για την επίτευξη της θεραπείας τους. Μερικές από τις διαταραχές είναι η τενοντίτιδα ώμου, η εγγύς πελματιαία απονευρωσίτιδα και η έσω ή έξω επικονδυλίτιδα. Κατά κύριο λόγο όμως χρησιμοποιείται σε αθλητικές διαταραχές (λόγω υπέρχρησης), όπως για παράδειγμα στην τενοντοπάθεια επιγονατιδικού τένοντα ή στον αχίλλειο τένοντα. Η εξωσωματική θεραπεία με κρουστικά κύματα έχει αποκτήσει σημαντική αποδοχή από την Ευρώπη, την Ασία, την Βόρεια και Νότια Αμερική, αφού μελέτες έχουν δείξει τις ευεργετικές της επιδράσεις. Όμως, στην Ελλάδα δεν αποτελεί μία από τις κυριότερες θεραπείες και δεν είναι γνωστή η κλινική αποτελεσματικότητά της, αφού δεν υπάρχει ακόμα ελληνική βιβλιογραφία σχετικά με τον κρουστικό υπέρηχο, ώστε να γίνει η τεχνική ευρύτερα διαδεδομένη στους φυσικοθεραπευτές. Το κόστος της εξωσωματικής θεραπείας με κρουστικά κύματα δυστυχώς παραμένει ακόμα υψηλό, έχοντας ως αποτέλεσμα την δύσκολη πρόσβαση στην αγορά του μηχανήματος. Λίγα νοσοκομεία καθώς και κέντρα αποκατάστασης εμπεριέχουν τον κρουστικό υπέρηχο για την αντιμετώπιση ασθενειών, όμως με τον καιρό η κλινική χρήση του αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς.



<http://www.physiosupplier.com>

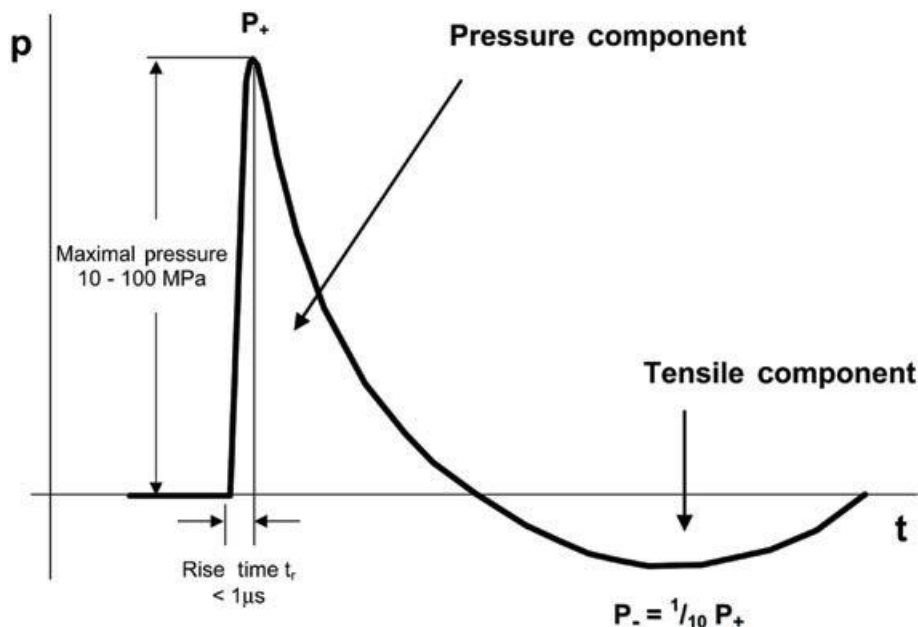
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΡΟΥΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ

Ο κρουστικός υπέρηχος είναι το αποτέλεσμα ενός φαινομένου το οποίο δημιουργεί έντονες αλλαγές στη πίεση, όπως μπορεί να αποδειχθεί στο φως. Οι αλλαγές αυτές παράγουν δυνατά κύματα συμπίεσης, όπως και δυνάμεις εφελκυσμού, οι οποίες ταξιδεύουν μέσω διάφορων μέσων, όπως τον αέρα, το νερό ή μέσω στερεών ουσιών όπως μαλακοί ιστοί, οστά κλπ. (Dirk Rompe, 2002).

Ο κρουστικός υπέρηχος έχει οριστεί ως ένα ακουστικό κύμα, όπου η πίεση του αυξάνεται σε μέγιστη εντός μερικών νανοδευτερολέπτων. Μερικά από τα τυπικά χαρακτηριστικά του είναι η υψηλή αιχμή πίεσης (500 bar), με χρόνους ανύψωσης λιγότερο από 10 νανοδευτερόλεπτα και κύκλο ζωής 10 ms. Η ιδιαιτερότητα της πίεσης είναι ότι αυξάνεται από τιμές περιβάλλοντος σε μέγιστη τιμή και έπειτα φθάνει στο μηδέν και σε αρνητικές τιμές εντός μικροδευτερολέπτων (Dirk Rompe, 2002).

Η τοποθεσία της μέγιστης θετικής ακουστικής πίεσης p_t ορίζεται σύμφωνα με την ευρεία κατανομή της στο επίκεντρο του κρουστικού κύματος. Επιπλέον οι κεντρικές διαστάσεις προσδιορίζονται κατά το ήμισυ της μέγιστης θετικής πίεσης ($p_t/2$) (Dirk Rompe, 2002).



Εικόνα 1: Σχηματική αναπαράσταση ακαριαίας αύξησης πίεσης από διάταξη κρουστικού υπέρηχου (πηγή:Richard-Wolf). Στην εικόνα φαίνεται ο μικρός χρόνος αύξησης της πίεσης καθώς και η περιοχή υποπίεσης κατά την εκτόνωση του κρουστικού κύματος που είναι περίπου το -10% της μέγιστης (πηγή: Dirk Rompe, 2002)

Η ενέργεια του κρουστικού κύματος είναι μια σημαντική παράμετρος για την επιτυχία της κλινικής εφαρμογής. Η ενέργεια του πεδίου υπολογίζεται από το ολοκλήρωμα του χρόνου ανά ώρα λειτουργίας σε κάθε συγκεκριμένη θέση του πεδίου πίεσης, όπως για παράδειγμα στον εστιακό χώρο. Η ενέργεια αυτή δίνεται από την σχέση:

$$E = \frac{1}{d \cdot c} \int (\int p^2(t, A) dt) dA \quad (1)$$

οπού p η ασκούμενη πίεση, t ο χρόνος εφαρμογής του κρουστικού υπερήχου, A η επιφάνεια επίδρασής του ενώ το γινόμενο $d \cdot c$ οπού d η πυκνότητα του υλικού διάδοσης και c η ταχύτητα διάδοσης του κρουστικού κύματος εκφράζει την αντίσταση που δέχεται το ακουστικό κύμα κατά την διάδοσή του στο μέσο. Μονάδα μέτρησης της ενέργειας κρουστικού κύματος είναι τα Joule (J) αλλά στις βιολογικές εφαρμογές κρουστικών υπερήχων συνήθως χρησιμοποιείται το υποπολλαπλάσιο (mJ) (Dirk Rompe, 2002).

Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία στις εφαρμογές των κρουστικών υπερήχων και ιδιαίτερα στις βιολογικές δεν είναι τόσο η ενέργεια που προσφέρεται στον στόχο αλλά η προσφερόμενη ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας, γνωστή ως ενεργειακή πυκνότητα ροής. Η ενεργειακή πυκνότητα ροής ορίζεται ως η ενέργεια του κρουστικού κύματος που ρέει σε μια περιοχή κάθετα προς τη κατεύθυνση της διάδοσης του κύματος. Έτσι η ενέργεια θα κυκλοφορήσει από ένα ηχητικό παλμό προς ένα συγκεκριμένο σημείο ανά μονάδα τετραγωνικής επιφάνειας, θα δίνεται από την σχέση:

$$ED = \frac{dE}{dA} = \frac{1}{d \cdot c} \int p^2(t) dt \quad (2)$$

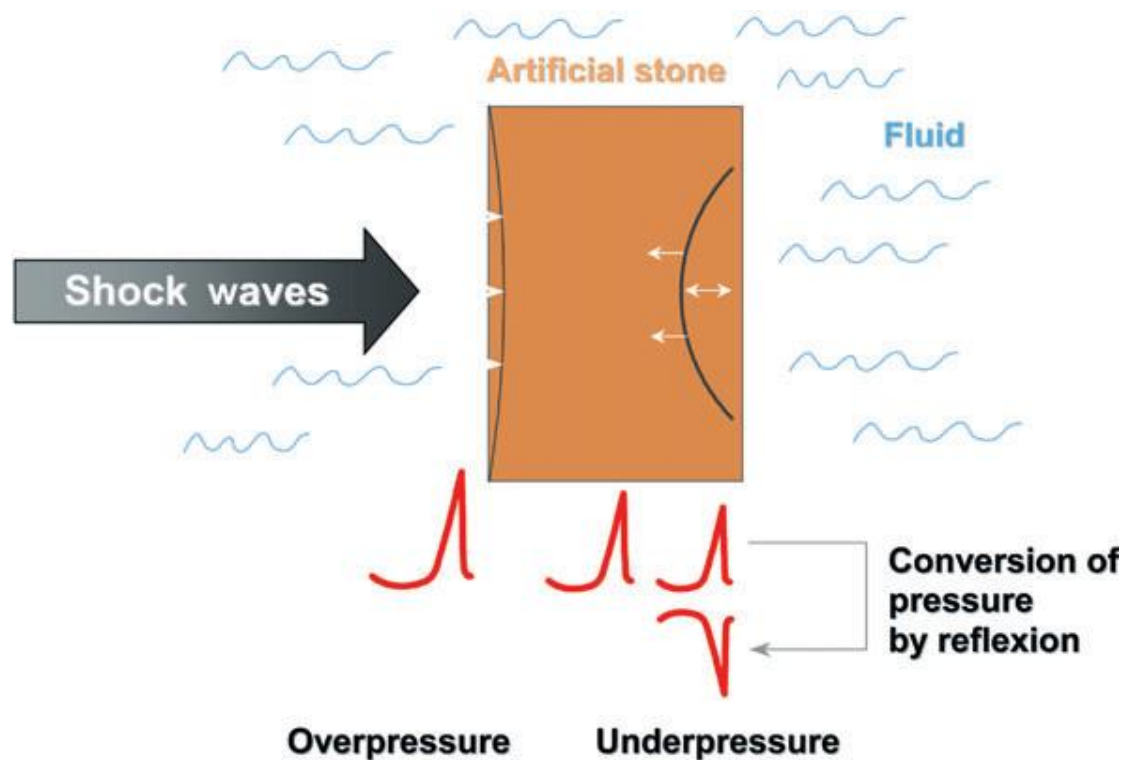
Με δεδομένο ότι η ενεργειακή πυκνότητα ροής εκφράζει ενέργεια ανα μονάδα επιφάνειας οι μονάδες μέτρησης της είναι J/m^2 αλλά στις βιολογικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται πάλι υποπολλαπλάσια όπως (mJ/mm^2) (Dirk Rompe, 2002).

Αν και δεν υπάρχει γενική ομοφωνία σχετικά με τις οριακές τιμές της ροής ενέργειας των κρουστικών υπερήχων σε βιολογικές εφαρμογές, θεωρείται ότι η χαμηλή σε ενέργεια εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων κυμαίνεται κάτω από $0,08 mJ/mm^2$, η μεσαία σε ενέργεια εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων από $0,08$ έως $0,28 mJ/mm^2$ ενώ η υψηλή σε ενέργεια εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων από $0,28$ σε $0,60 mJ/mm^2$ (Rompe et al., 1998).

Με την βοήθεια των μηχανικών ιδιοτήτων διάδοσης των κρουστικών υπερήχων, όπως με τη συμπίεστικότητα και την ελαστικότητα γίνεται διάκριση των μέσων διάδοσης των κρουστικών κυμάτων. Η ελαστικότητα και η συμπίεστικότητα είναι παράμετροι που επιδρούν στα ηχητικά κύματα προσδιορίζοντας έτσι την ταχύτητα διάδοσης c καθώς και την ακουστική αντίσταση $z=d \cdot c$, ως γινόμενο της πυκνότητας d του μέσου με τη ταχύτητα του ήχου c . Τυπικές μονάδες μέτρησης της ακουστικής αντίστασης είναι ns/m^3 . Παραδείγματα με τυπικές τιμές για ακουστικές αντιστάσεις υλικών που εμπλέκονται σε βιολογικές εφαρμογές των κρουστικών υπερήχων είναι το νερό με τιμή $1,48 \times 10^6 ns/m^3$, ο λιπώδης ιστός με τιμή $1,33 \times 10^6 ns/m^3$, και ο μυϊκός ιστός με τιμή $1,67 \times 10^6 ns/m^3$ τα οποία έχουν παρόμοια αντίσταση. Αντίστοιχα η αντίσταση των οστών είναι πολύ υψηλή ($6,6 \times 10^6 ns/m^3$), ενώ η αντίσταση του αέρα πολύ πιο χαμηλή ($429 ns/m^3$). Επομένως αν υπάρχει διαφορετική αντίσταση μεταξύ των δύο μέσων, ανακλάται ένα μέρος της ενέργειας του κρουστικού κύματος. Ενώ εάν η αντίσταση του πρώτου είναι πιο υψηλή από του δεύτερου αντιστρέφεται η πολικότητα της αντανακλώμενης πίεσης, δηλαδή η θετική πίεση μετατρέπεται σε αρνητική πίεση ή υποπίεση. Για παράδειγμα

στη διεπαφή του ιστού των πνευμόνων, διαταράσσεται ο κυψελιδικός ιστός ο οποίος δεν είναι ικανός να αντισταθεί επαρκώς στις μηχανικές ιδιότητες του κρουστικού κύματος (Dirk Rompe, 2002).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζει το φαινόμενο σπηλαιώσης, το οποίο ορίζεται ως η ύπαρξη ενός φυσικού αερίου των κοίλων σωμάτων εντός ενός υγρού μέσου. Για να υπάρξει ισορροπία στη σταθερή δημιουργία της κοιλότητας των φυσαλίδων πρέπει η πίεση του αερίου στο εσωτερικό τους να είναι ίση με την εξωτερική πίεση του υγρού. Επομένως όταν ένα κρουστικό κύμα χτυπήσει τη κοιλότητα της φυσαλίδας θα προκληθεί συρρίκνωση της λόγω της αυξημένης εξωτερικής πίεσης, όπου στο τέλος θα απορροφηθεί ένα μέρος της ηχητικής ενέργειας. Στην συνέχεια μπορεί να παραχθεί ένα δεύτερο κρουστικό κύμα, επειδή υπάρχουν ενέργειες και επακόλουθες δυνάμεις που είναι αρκετά δυνατές, έτσι η φυσαλίδα θα καταρρεύσει και θα απελευθερώσει με αυτό τον τρόπο ένα μέρος της ενέργειας που είχε αποθηκευτεί μέσα της (Dirk Rompe, 2002).



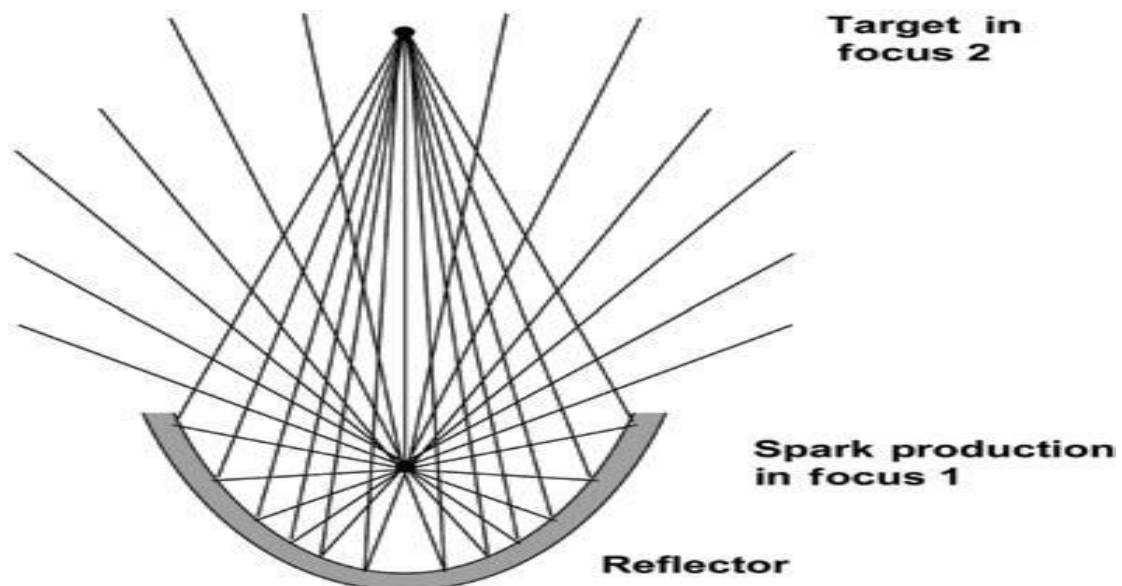
Εικόνα 2: Σχηματική αναπαράσταση διάδοσης κρουστικού υπερήχου σε περιοχές διαφορετικής πυκνότητας κατά την οποία εμφανίζονται τα φαινόμενα υπερπίεσης και υποπίεσης (πηγή: Dirk Rompe, 2002)

Η ακτίνα μιας κοιλότητας της φυσαλίδας κυμαίνεται περίπου στα 500 μm σε νερό, ενώ καταρρέει περίπου στα 2-3 ms μετά από χτύπημα ενός κρουστικού κύματος. Η κατάρρευση της πίεσης του δευτερεύοντος κύματος υπολογίζεται περίπου στο ένα δέκατο της αρχικής πίεσής του και μπορεί να υπάρξει για 30 νανοδευτερόλεπτα, με αποτέλεσμα η ηχητική ενέργεια που απελευθερώνεται από τη φυσαλίδα που έχει καταρρεύσει να είναι πιο μικρή

από το συντελεστή σε σύγκριση με εκείνη του κρουστικού κύματος. Το κρουστικό κύμα έχει μονόπλευρη επίδραση, με αποτέλεσμα η φυσαλίδα καταρρέει ασύμμετρα, στέλνοντας μια δέσμη νερού που μπορεί να φτάσει σε ταχύτητες 100-800 m/s. Αποτέλεσμα αυτών είναι η δημιουργία αιμορραγιών με βελονοειδή σχήμα στο δέρμα που οφείλεται στη δημιουργία κοιλότητας και αυτό συμβαίνει μετά από θεραπεία με κρουστικά κύματα. Αντιθέτως εάν υπάρξει υποπίεση του αρχικού κρουστικού κύματος οι μικροφυσαλίδες θα αυξηθούν και το μέγεθός τους θα είναι τρεις τάξεις μεγαλύτερο από τον πυρήνα, οι οποίες αντέχουν για εκατοντάδες μικροδευτερόλεπτα. Παρόλα αυτά αν χτυπηθούν από ένα άλλο κρουστικό κύμα πάλι θα γίνει κατάρρευση, με αποτέλεσμα να προκληθεί το φαινόμενο σπηλαιώσης (Dirk Rompe 2002).

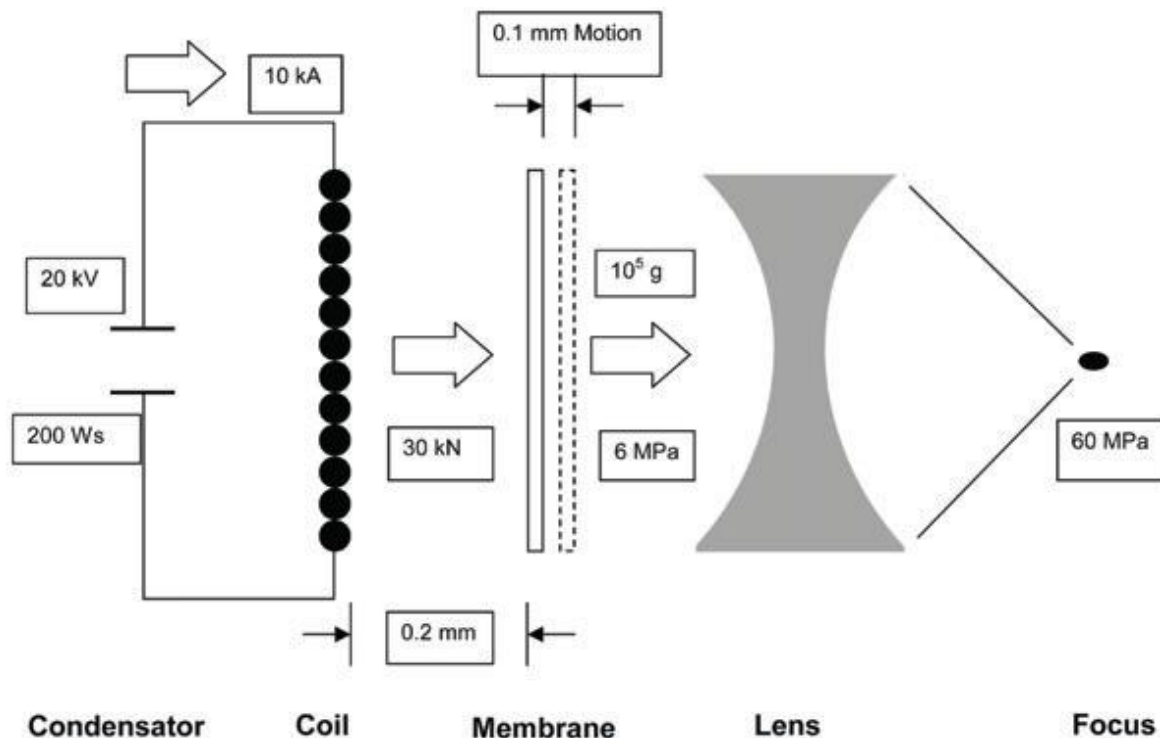
Σε ότι αφορά τον μηχανισμό λειτουργίας των κυμάτων κρουστικού υπερήχου μπορούμε να αναφέρουμε ότι τα κρουστικά κύματα δημιουργούνται μέσω τριών κύριων τεχνικών: την ηλεκτρουδραυλική αρχή, την ηλεκτρομαγνητική αρχή και την πιεζοηλεκτρική αρχή.

Η ηλεκτρουδραυλική αρχή χαρακτηρίζεται από υψηλής ενέργειας ακουστικά κύματα και θεωρείται ως η πρώτη γενιά των κρουστικών κυμάτων. Συγκεκριμένα τα ηλεκτρουδραυλικά συστήματα εμπεριέχουν ένα ηλεκτρόδιο το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα περίβλημα από νερό, που αποτελείται από ένα ελλειψοειδές μέταλλο και μια ασθενή διασύνδεση. Το κρουστικό κύμα αυτού του συστήματος κινείται από έναν ηλεκτρικό σπινθήρα ο οποίος παράγεται μεταξύ των άκρων του ηλεκτροδίου. Στη συνέχεια παράγεται μια έκρηξη (σκανδαλισμός) μεταξύ των άκρων του ηλεκτροδίου λόγω της εξάτμισης των μορίων του νερού. Έτσι παράγεται ένα σφαιρικό κρουστικό κύμα, το οποίο στην συνέχεια αντανακλάται από το εσωτερικό τοίχωμα ενός ελλειψοειδούς μετάλλου, ως αποτέλεσμα η ενέργεια να φτάνει στο στόχο-ιστό (Csazar et al, 2013).



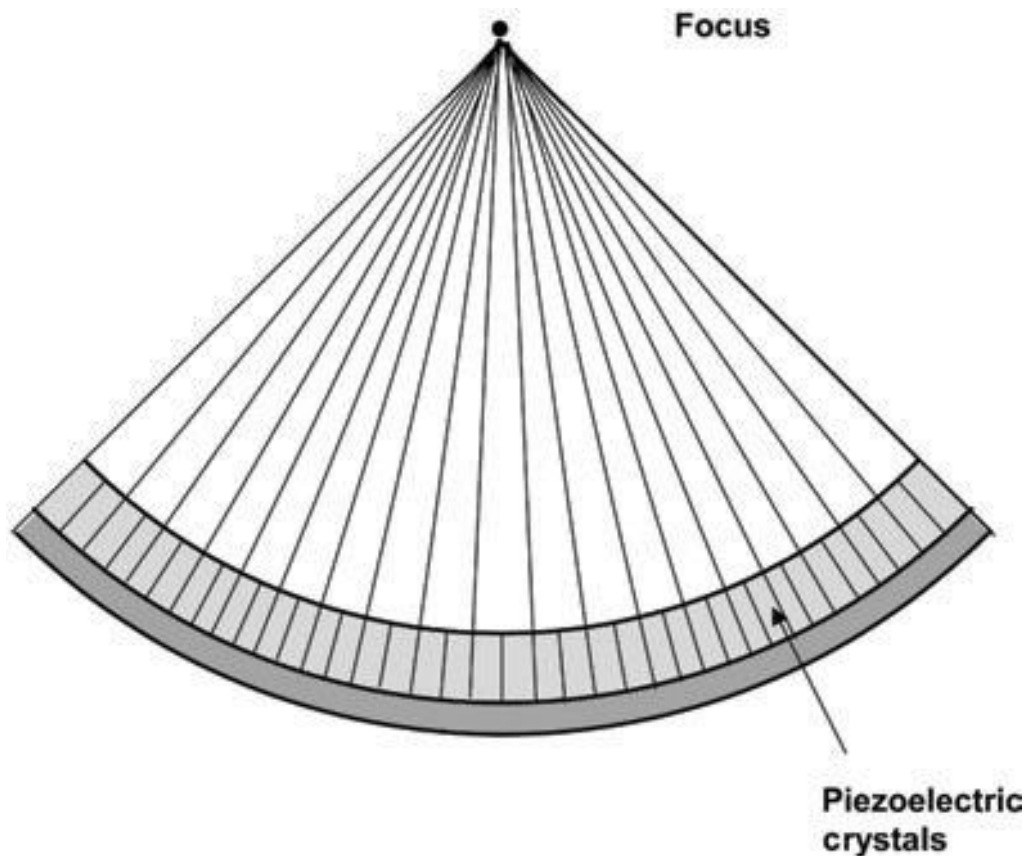
Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση δημιουργίας κρουστικού υπέρηχου με χρήση της ηλεκτρουδραυλικής αρχής. Στο σχήμα εμφανίζεται και ο ελλειψοειδής ανακλαστήρας που χρησιμοποιείται για την εστίαση των κυμάτων στον στόχο του που είναι η εστία της έκλειψης. (πηγή: Dirk Rompe, 2002)

Με βάση τις αρχές του ηλεκτρομαγνητισμού, ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο παράγεται με την βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος που περνά μέσα από ένα πηνίο. Πιο συγκεκριμένα, τα ηλεκτρομαγνητικά συστήματα χρησιμοποιούν ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και μια αντιτιθέμενη μεταλλική μεμβράνη, όπου απελευθερώνεται μια υψηλή παρόρμηση μέσα από το πηνίο, δημιουργώντας έτσι ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο. Το μαγνητικό πεδίο επάγει ένα υψηλό ρεύμα στη μεμβράνη επιταχύνοντας την απομάκρυνση της από το πηνίο και έτσι δημιουργείται ένας ακουστικός παλμός γύρω από το νερό. Στην συνέχεια γίνεται εστιασμός του παλμού από έναν ακουστικό φακό, ο οποίος κατευθύνει την ενέργεια του κρουστικού κύματος στο στόχο-ιστό (Csazar et al., 2013).



Εικόνα 4: Σχηματική αναπαράσταση δημιουργίας κρουστικού υπέρηχου με χρήση της ηλεκτρομαγνητικής αρχής. Στο σχήμα εμφανίζεται και ο συγκλίνοντας φακός που χρησιμοποιείται για την εστίαση των κρουστικών κυμάτων στον στόχο. (πηγή:Dirk Rompe, 2002)

Τέλος, η πιεζοηλεκτρική τεχνική χρησιμοποιεί την βοήθεια των πιεζοκρυστάλλων (συνήθως >1000), επιτυγχάνοντας μια εξαιρετικά ακριβή εστίαση και υψηλή ενέργεια εντός όμως ενός καθορισμένου όγκου. Με άλλα λόγια, τα πιεζοηλεκτρικά συστήματα χαρακτηρίζονται από τη στερέωση των πιεζοηλεκτρικών κρυστάλλων πάνω σε μια σφαιρική επιφάνεια. Τα κρύσταλλα συστέλλονται και διαστέλλονται λόγω της εφαρμογής της υψηλής τάσης και δημιουργούν έτσι ένα παλμό πίεσης στο νερό που το περιβάλλει. Ο παλμός τους εστιάζεται μέσω του γεωμετρικού σχήματος της σφαίρας. Και οι τρεις μέθοδοι κατατάσσονται στην εστιασμένη θεραπεία (Csazar et al., 2013).



Εικόνα 5: Σχηματική αναπαράσταση δημιουργίας κρουστικού υπέρηχου με χρήση της αρχής του πιεζοηλεκτρισμού. Στο σχήμα εμφανίζονται οι πιεζοκρύσταλλοι οι οποίοι βρίσκονται στην εσωτερική επιφάνεια μιας σφαίρας, ώστε να είναι δυνατή η εστίαση με μεγάλη ακρίβεια στο στόχο που είναι στο κέντρο της. (πηγή: Dirk Rompe, 2002)

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι της εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων, η εστιασμένη θεραπεία(FSWT) και η ακτινική θεραπεία(RSWT). Η FSWT πήρε την ονομασία της λόγω ότι συγκλίνει την ρυθμιζόμενη εστίαση σε συγκεκριμένο βάθος στους ιστούς του σώματος και έτσι επιτυγχάνεται η μέγιστη πίεση. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως υπάρχουν τρεις μέθοδοι της εστιασμένης θεραπείας. Κοινό χαρακτηριστικό τους είναι ότι δημιουργούνται σε νερό, έτσι τα κύματα κατά την διάρκεια της εφαρμογής μεταφέρονται καλύτερα στο σώμα. Η διαφορά αυτών, βρίσκεται τη στιγμή που σχηματίζονται τα κρουστικά κύματα. Η ηλεκτρουδραυλική μέθοδος παράγει εστιασμένα κρουστικά κύματα στο τόπο προέλευσής τους, ενώ οι άλλες δύο σχηματίζουν κρουστικά κύματα μετά από κάποια νανοδευτερόλεπτα μέσω των κυμάτων εστίασης που έχουν δημιουργηθεί (Van der Worp et al, 2013).

Η ακτινική θεραπεία φθάνει σε μια μέγιστη πίεση πριν τη πηγή και δεν φθάνει σε επιλεγμένο βάθος μέσα στο σώμα, ούτε τα ακτινικά κύματα πίεσης της δεν δημιουργούνται στο νερό. Συγκρίνοντας τις δύο θεραπείες παρατηρείται ότι ενώ τα εστιασμένα κρουστικά κύματα φτάνουν στο μέγιστο της ενέργειας του επίκεντρου που ναι βαθύτερα στους ιστούς του σώματος, τα ακτινικά κρουστικά κύματα έχουν μια πιο επιφανειακή δράση (Van der worp et al, 2013).

Υπάρχουν όμως αντικρουόμενες απόψεις σχετικά με την ακτινική θεραπεία, διότι τα κύματά της δεν διαθέτουν τις φυσικές χαρακτηριστικές ιδιότητες των κρουστικών κυμάτων, όπως είναι ένα σύντομο χρονικό διάστημα ανόδου και μια υψηλή πίεση αιχμής. Εν κατακλείδι, δεν είναι ακόμα σαφές ποια χαρακτηριστικά του κύματος βοηθούν στη παραγωγή θεραπευτικών αποτελεσμάτων, οπότε είναι δύσκολη η συσχέτιση των φυσικών διαφορών μεταξύ των ακτινικών και εστιασμένων κρουστικών κυμάτων, όσον αφορά τη κλινική αποτελεσματικότητα (Dirk Rompe, 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΚΡΟΥΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

2.1 Η εκτίμηση της ασφάλειας της θεραπείας των κρουστικών κυμάτων στη καρδιά

Η καρδιακή εξωσωματική θεραπεία με κρουστικό κύμα χαμηλής ενέργειας (Extracorporeal cardiac shockwave -ECSW) αντιπροσωπεύει τα τελευταία χρόνια μια ελκυστική μη επεμβατική επιλογή για τη θεραπεία της καρδιακής ισχαιμικής νόσου, όμως υπάρχει ασάφεια στους ακριβείς μηχανισμούς και στην επιρροή της στον καρδιακό ιστό. Στόχος, λοιπόν, της μελέτης αυτής ήταν να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις στη καρδιακή λειτουργία και στην καρδιακή δομή μετά από εφαρμογή ECSW (Di Meglio et al, 2012).

Η ECSW έχει εφαρμοστεί σε ζωικά μοντέλα με ισχαιμική καρδιοπάθεια και σε ασθενείς με στηθάγχη, όπου η εφαρμογή αυτής της θεραπείας αμβλύνει τα συμπτώματα, βελτιώνει την αιμάτωση του μυοκαρδίου και την μυοκαρδιακή ροή του αίματος και αυξάνει την αγγειογένεση. Παρόλα αυτά, μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια μυϊκών κυττάρων, διάμεση ίνωση καθώς και σε σκλήρυνση των αγγείων. (Di Meglio et al, 2012).

Τα κρουστικά κύματα δημιουργούν μια φυσική δύναμη, η οποία μπορεί να επηρεάσει το δυναμικό δράσης της μεμβράνης με αποτέλεσμα την αλληλεπίδραση της συσταλτής γενιάς των ερεθισμάτων στα κομβικά κύτταρα και της αγωγιμότητας στις ίνες Purkinje και στα καρδιομυοκύτταρα. Η ECSW εφαρμογή δεν προκάλεσε δομικές βλάβες (μορφολογικές, λειτουργικές) στη καρδιά σε αυτή τη μελέτη (Di Meglio et al., 2012).

Για την διεξαγωγή της έρευνας υποβλήθηκαν σε θεραπεία 344 αρουραίοι. Μετά τον 1^ο και 3^ο μήνα έναρξης της θεραπείας πραγματοποιήθηκαν ηχοκαρδιογραφικές μετρήσεις της καρδιακής λειτουργίας. Η ECSW δεν προκάλεσε αρρυθμία ή αύξηση της τροπονίνης I. Το κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας και η κλασματική βράχυνση παρέμειναν σταθερά. Με τη βοήθεια της ιστολογικής ανάλυσης δεν προέκυψαν ούτε διαφορές στην εξωκυτταρική μήτρα περιεκτικότητας σε κολλαγόνο, ούτε στη παρουσία ίνωσης. Ομοίως, δεν παρουσιάστηκαν συμπτώματα φλεγμονής (Di Meglio et al, 2012).

Συμπερασματικά, η ECSW είναι μια μη επεμβατική θεραπεία η οποία αποτελεί έναν ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο για την ενεργοποίηση των καρδιακών βλαστοκυττάρων και την αναγέννηση του μυοκαρδίου. Όσον αφορά τη θεραπεία της ισχαιμικής καρδιακής νόσου, πρέπει να τεκμηριωθεί ο βέλτιστος χρόνος εφαρμογής της ECSW. Με τη θεραπεία αυτή σε ένα διαδραστικό περιβάλλον γίνεται η ενεργοποίηση των καρδιακών βλαστικών κυττάρων, όπου με αυτό τον τρόπο μπορεί να ανθίσει και να αναγεννηθεί η ισχαιμική καρδιά (Di Meglio et al, 2012).

2.2 Σύγκριση της εξωσωματικής λιθοτριψίας (ESWL) με την ουρητηροσκόπηση (URS) για τη θεραπεία των λίθων του περιφερικού ουρητήρα

Πρόκειται για μια προοπτική μελέτη, όπου υποβλήθηκαν σε θεραπεία 212 ασθενείς με εξωσωματική λιθοτριψία και με URS. Χωρίστηκαν σε δυο ομάδες οι οποίες ήταν συγκρίσιμες μεταξύ τους ως προς την ηλικία, το φύλο του ασθενή, το μέγεθος της πέτρας και το είδος θεραπείας (Ghalayini et al, 2007).

Οι 121 ασθενείς υποβλήθηκαν σε θεραπεία με URS, ενώ οι 92 με EWSL (115 συνεδρίες με μέσο όρο 3720 κρουστικά κύματα με 10-20 kv). Σε διάστημα 3 μηνών η απαλλαγή από τις λίθους ήταν σε ποσοστό 81,5% για ESWL και 97,5% για URS (Ghalayini et al, 2007).

Οι επιπλοκές που εμφανίστηκαν για την ESWL ήταν 3,3%, ενώ στην URS 8,3%. Δεν παρουσιάστηκε διάτρηση ή στένωση του ουρητήρα, αλλά εμφανίστηκε μετεγχειρητικός πόνος στα πλευρά και δυσουρία, όσον αφορά την URS σε αντίθεση με την ESWL. Η ικανοποίηση των ασθενών για την URS έρχεται σε ποσοστό 94%, ενώ για την ESWL στο 80% (Ghalayini et al, 2007).

Η URS φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική από την ESWL για τη θεραπεία του περιφερικού ουρητήρα. Η ESWL έχει λιγότερες επιπλοκές και πιο γρήγορη ανάρρωση με λιγότερο πόνο και συμπτώματα δυσουρίας. Παρόλα αυτά, η υποκειμενική αξιολόγηση των ασθενών τείνει προς την URS ως τη καλύτερη θεραπευτική επιλογή σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη (Ghalayini et al, 2007).

2.3 Εφαρμογή της εξωσωματικής λιθοτριψίας των κρουστικών κυμάτων στην αντιμετώπιση της χρόνιας παγκρεατίτιδας

Η χρόνια παγκρεατίτιδα χαρακτηρίζεται από υποτροπιάζοντα επεισόδια και από επίπονους κοιλιακούς πόνους. Μερικές από τις αιτίες της ασθένειας είναι το αλκοόλ, η κληρονομικότητα και οι ιδιοπάθειες. Πρόκειται για απόφραξη του παγκρεατικού πόρου που οφείλεται στην ύπαρξη λίθων, σε στενώσεις ή και στα δύο, η οποία μπορεί να θεραπευτεί με χειρουργικές τεχνικές που προκαλούν νοσηρότητα και θνησιμότητα. Ο κατακερματισμός των λίθων του παγκρέατος με χρήση της εξωσωματικής λιθοτριψίας κρουστικών κυμάτων χρησιμοποιείται ως μια άλλη εναλλακτική λύση. (Guda et al, 2005).

2.3.1 Η εξωσωματική λιθοτριψία των κρουστικών κυμάτων στην αντιμετώπιση της χρόνιας παγκρεατίτιδας

Μεταξύ του έτους 1989 και του 2002 υπήρξαν 17 μελέτες που περιελάμβαναν συνολικά 588 άτομα. Με τα διαθέσιμα στοιχεία προέκυψε ότι μεταξύ των αναλύσεων υπάρχει ομοιογένεια στο μέγεθος επίδρασης. Έτσι απεδείχθη ότι η εξωσωματική λιθοτριψία με κρουστικά κύματα (ESWL) έχει κλινική χρησιμότητα ως προς τη μείωση της επιβάρυνσης της πέτρας στο κύριο παγκρεατικό πόρο, όπως και στη βελτίωση του πόνου (Guda et al, 2005).

Η ESWL πραγματοποιεί κατακερματισμό των λίθων και μείωση της επιβάρυνσης της πέτρας, διευκολύνοντας έτσι την ενδοσκοπική εκκαθάριση του αγωγού. Αν η ESWL είχε διεξαχθεί σε περισσότερα κέντρα το ποσοστό επιτυχίας θα είχε κυμανθεί από 37,5% έως 100%. Με τα

αποτελέσματα της μετα-ανάλυσης φαίνεται ότι η επίδραση της ESWL έχει σημαντική επίπτωση στην ανακούφιση του πόνου. Η εξωσωματική λιθοτριψία ήταν επαρκώς ανεκτή από τους ασθενείς με εμφάνιση μόνο κάποιας νοσηρότητας λόγω παγκρεατίτιδας, συλλογής παγκρεατικού υγρού και γαστρικού υποβλεννογόνιου αιματώματος (Guda et al, 2005).

Εν κατακλείδι, η εξωσωματική λιθοτριψία κρουστικών κυμάτων σύμφωνα με την μετα-ανάλυση, φαίνεται να είναι αποτελεσματική, τόσο στην ανακούφιση της κύριας απόφραξης του παγκρεατικού αγωγού, όσο στην ανακούφιση του πόνου στην χρόνια παγκρεατίτιδα, με συνδυασμό όμως την ενδοσκοπική θεραπεία. Στόχος της μελέτης είναι η αξιολόγηση της εξωσωματικής λιθοτριψίας με ή χωρίς ενδοσκοπική θεραπεία για την κάθαρση του παγκρεατικού πόρου (Guda et al, 2005).

2.3.2 Βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της εξωσωματικής λιθοτριψίας (ESWL) και της ενδοσκοπικής θεραπείας για τις λίθους του παγκρέατος

Σκοπός της έρευνας ήταν η αξιολόγηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων αποτελεσμάτων της ESWL στις λίθους του παγκρέατος. Για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων, υποβλήθηκαν σε θεραπεία 117 ασθενείς (85 άνδρες, 32 γυναίκες) με παγκρεατίτιδα, εκ των οποίων 70 ασθενείς παρακολούθηθηκαν πάνω από 3 χρόνια μετά την αγωγή. Οι ασθενείς παρουσίαζαν κοιλιακό πόνο ή πόνο στη πλάτη (συμπτώματα παγκρεατίτιδας). Λάμβαναν θεραπεία δυο φορές την εβδομάδα έως ότου η διάμετρος του θραύσματος να ήταν 3 mm ή λιγότερο (Tadenuma et al, 2005).

Η άμεση ανακούφιση του πόνου έφθασε σε ποσοστό 97%, ενώ η πλήρης απομάκρυνση σε ποσοστό 56%. Κατά τη διάρκεια της μακροχρόνιας παρακολούθησης 49 από τους 70 ασθενείς ήταν ασυμπτωματικοί. Μόνο στους ασθενείς με ατελή απομάκρυνση των λίθων επανεμφανίστηκε ο πόνος, ο οποίος αντιμετωπίστηκε με συμπληρωματική θεραπεία, χωρίς όμως χειρουργική παρέμβαση (Tadenuma et al, 2005).

Ο κατακερματισμός των λίθων επιτεύχθηκε σε ποσοστό 96,6% (113 ασθενείς), ενώ η αφαίρεση των λίθων σε ποσοστό 55,6% (65 ασθενείς). Σε ποσοστό 97,4% (114 ασθενείς) επιτεύχθηκε άμεση ανακούφιση από το πόνο μετά τη θεραπεία. Σε ποσοστό 56% (65 ασθενείς) απαιτήθηκε επιπλέον ενδοσκοπική θεραπεία, ενώ σε 7 ασθενείς απαιτήθηκε και λείζερ. Οι επιπλοκές που παρατηρήθηκαν με τη χρήση λιθοτριψίας κυμάνθηκαν σε ποσοστό 4,7% (5 από τους 107 ασθενείς), δηλαδή ήπια παγκρεατίτιδα σε 4 ασθενείς και νευροπάθεια σε έναν ασθενή. Με τη χρήση της ενδοσκοπικής θεραπείας το ποσοστό των επιπλοκών σημειώθηκε σε 7,7% (5 από τους 65 ασθενείς), όμως μετά τη συντηρητική θεραπεία δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές επιπλοκές (Tadenuma et al, 2005).

Εμφανίστηκε έντονος πόνος σε 57 από τους 70 ασθενείς πριν τη θεραπεία και έγινε υποτροπή του πόνου σε 21 ασθενείς περίπου στους 10 μήνες μετά τη θεραπεία. Κατά το πρώτο έτος, ο αριθμός των ασθενών με πόνο μειώθηκε σημαντικά μετά τη θεραπεία και 49 ασθενείς παρουσίασαν ανακούφιση από το πόνο (Tadenuma et al, 2005).

Ο Amman et al ανέφεραν ότι σε 145 ασθενείς με χρόνια παγκρεατίτιδα εξαιτίας του αλκοόλ, το 85% έλαβε ανακούφιση σε μέσο χρόνο τα 4,5 έτη. Ο Adamek καθώς και ο Schneider et al

ανέφεραν ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των ομάδων της πλήρους και μη πλήρους απομάκρυνσης λίθων σχετικά με τα ποσοστά της υποτροπής του πόνου. Ωστόσο χρειάζονται περαιτέρω μελέτες, ώστε να διευκρινιστεί εάν αυτές οι δύο θεραπείες έχουν τη δυνατότητα μείωσης του κινδύνου για καρκίνο του παγκρέατος (Tadenuma et al, 2005).

Συμπερασματικά, η βραχυπρόθεσμη ανακούφιση του πόνου πέτυχε ακόμα και σε ασθενείς με ατελή αφαίρεση των λίθων του παγκρέατος. Όμως μετά από μακροχρόνια παρακολούθηση προέκυψε ότι η υποτροπή του πόνου παρατηρήθηκε πιο συχνά σε μια ομάδα με ατελή αφαίρεση των λίθων παρά στην ομάδα με την πλήρη απομάκρυνσή τους. Επιπλέον, η ESWL και η ενδοσκοπική θεραπεία αποδείχθηκαν αποτελεσματικές για τη μακροπρόθεσμη ανακούφιση του πόνου, ειδικά σε ασθενείς όπου είχε γίνει πλήρης αφαίρεση των λίθων κατά την αρχική θεραπεία (Tadenuma et al, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΚΡΟΥΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι φυσικοθεραπευτικές εφαρμογές των κρουστικών υπερήχων με έμφαση στις μυοσκελετικές διαταραχές.



Εικόνα 6: Διάταξη παραγωγής της εφαρμογής κρουστικών υπερήχων με βάση την πιεζοηλεκτρική αρχή.

3.1 Μακροπρόθεσμη επίδραση της θεραπείας κρουστικών κυμάτων σε υπερτονία άνω άκρου σε ασθενείς μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο

Η σπαστικότητα είναι μία κινητική διαταραχή η οποία χαρακτηρίζεται από ταχύτητα αυξημένης εξάρτησης στα τονικά εκτατικά αντανακλαστικά(μυϊκός τόνος) με υπερβολικά τενόντια τινάγματα ως αποτέλεσμα της ευερεθιστότητας του αντανακλαστικού της διάτασης (αυτό είναι ένα συστατικό του ανώτερου κινητικού νευρώνα)(Anne et al, 1995).

Η σπαστικότητα είναι μια επιπλοκή λόγω εγκεφαλικού επεισοδίου. Η αύξηση του μυϊκού τόνου στα χέρια και τους καρπούς είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στη διαχείριση των χρόνιων ημιπαρετικών ασθενών και μπορεί να επηρεάσει σοβαρά δραστηριότητες, όπως το ντύσιμο και άλλες δραστηριότητες της καθημερινής ζωής. Χρησιμοποιούνται διαφορετικές μη επεμβατικές θεραπείες για την μείωση της υπερτονίας των μυών (Manganoti et al, 2005).

Οι επίμονες κλινικές επιδράσεις της θεραπείας κρουστικών κυμάτων σε μυϊκές συσπάσεις σε αθλητές, μαζί με τα προκαταρκτικά στοιχεία που ανέφεραν μείωση σε υπερτονία σε νευρολογικούς ασθενείς μετά τη θεραπεία κρουστικών κυμάτων πρότειναν μια πιθανή χρήση της θεραπείας κρουστικών κυμάτων σε ασθενείς που εμφανίζουν μυϊκή υπερτονία. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της θεραπείας κρουστικών κυμάτων για υπέρτονους μύες του χεριού και του καρπού σε μια ομάδα ασθενών που πάσχουν από εγκεφαλικό επεισόδιο (Manganoti et al, 2005).

Οι 20 ασθενείς με εγκεφαλικό επεισόδιο και σπαστικότητα άνω άκρων συμμετείχαν στη μελέτη που αποτελείται από 11 άνδρες και 9 γυναίκες με μέση ηλικία τα 63 έτη (εύρος 38 - 76 έτη). Οι 15 ασθενείς είχαν ισχαιμικό εγκεφαλικό επεισόδιο, και οι 5 ασθενείς είχαν αιμορραγικό εγκεφαλικό επεισόδιο. Για να είναι επιλέξιμοι για τη μελέτη, οι ασθενείς έπρεπε να είχαν υποστεί εγκεφαλικό επεισόδιο σε ≥ 9 μήνες το νωρίτερο. Οι περισσότεροι ασθενείς λάμβαναν φαρμακολογική θεραπεία. Όμως οι ασθενείς δεν έλαβαν φάρμακα, τα οποία θα μπορούσαν να έχουν αντίκτυπο στη μελέτη (Manganoti et al, 2005).

Το πρωτόκολλο αποτελούνταν από 1 συνεδρία εικονικής θεραπείας στην οποία δεν εφαρμόστηκαν κρουστικά κύματα, ακολουθούμενη από 1 συνεδρία ενεργητικής θεραπείας κρουστικών κυμάτων 1 εβδομάδα αργότερα. Αυτό έγινε για να διασφαλιστεί η ομοιογένεια στην ενεργή και την εικονική ομάδα, έτσι ώστε η πραγματική επίδραση των κρουστικών κυμάτων να μπορούσε να συγκριθεί σε κάθε ασθενή. Τα κλινικά μέτρα στην εικονική θεραπεία αξιολογήθηκαν πριν και αμέσως μετά τη θεραπεία και 1 εβδομάδα αργότερα, ενώ πανομοιότυπα κλινικά μέτρα διεξήχθησαν πριν και αμέσως μετά και σε 1, 4 και 12 εβδομάδες μετά τη δραστική θεραπεία των κρουστικών κυμάτων (Manganoti et al, 2005).

Για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας χρησιμοποιήθηκε το National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) για νευρολογικές καταστάσεις (Lyden P. et al.,1994). Η μέση βαθμολογία ήταν 12 (εύρος 10 έως 15). Ο μυϊκός τόνος, η τονικότητα του καρπού και των καμπτήρων των δακτύλων αξιολογήθηκαν σε όλες τις επισκέψεις παρακολούθησης χρησιμοποιώντας την κλίμακα Ashworth. Για την αξιολόγηση της τονικότητας των δακτύλων ο καρπός ήταν σταθερός και τα δάχτυλα του χεριού τεντωμένα. Οι 17 ασθενείς παρουσίασαν σπαστικότητα του καρπού και των δακτύλων, με μέση βαθμολογία 3.4 ± 0.7 για τον τόνο του καμπτήρα του καρπού και μέση βαθμολογία 3.2 ± 0.6 για την τονικότητα των καμπτήρων των δακτύλων στην κλίμακα Ashworth, με 0 να δείχνει τον κανονικό μυϊκό τόνο και με 4 πλήρη ακαμψία (Manganoti et al, 2005).

Οι παλμοί πίεσης επικεντρώθηκαν στους υπέρτονους καμπτήρες μύες του αντιβραχίου και στους μεσόστεους μύες του χεριού: 1500 παλμοί χρησιμοποιήθηκαν για τη θεραπεία καμπτήρων μυών του αντιβραχίου κυρίως στη μέση και 3200 για τους μεσόστεους μύες του χεριού (800 για κάθε μυ). Η ενέργεια που εφαρμόστηκε ήταν 0.030 mJ/mm^2 (Manganoti et al, 2005).

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αλλαγές στις βαθμολογίες Ashworth ή NIHSS ούτε στους καμπτήρες των δακτύλων ούτε στον καρπό μετά την εικονική διέγερση (Manganoti et al, 2005).

Αντίθετα αμέσως μετά την ενεργή θεραπεία, η βαθμολογία για την Ashworth των καμπτήρων του καρπού μειώθηκε. Οι καμπτήρες των δακτύλων είχαν μια αξιοσημείωτη μείωση της σπαστικότητας με αλλαγή της Ashworth. Εκ των υστέρων συγκρίσεις έδειξαν μια σημαντική διαφορά στο μυϊκό τόνο των καμπτήρων των δακτύλων μεταξύ της αρχικής τιμής και του τόνου των καμπτήρων των δακτύλων μετά την πρώτη εβδομάδα, σε 4 και 12 εβδομάδες (Manganoti et al, 2005).

Όσον αφορά το εύρος της παθητικής κίνησης, η επίδραση του χρόνου μετά τη θεραπεία ήταν σημαντική. Δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ της αρχικής τιμής και του μυϊκού τόνου των καμπτήρων του καρπού μετά από 12 εβδομάδες (Manganoti et al, 2005).

Δεν παρατηρήθηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες σε κάποιον ασθενή και καμία αλλαγή στην περιφερειακή νευρική αγωγιμότητα, ούτε υπήρξαν ενδείξεις απονεύρωσης στους μύες των χεριών (Manganoti et al, 2005).

Η θεραπεία με κρουστικά κύματα φαίνεται να είναι ασφαλής και επίσης μη επεμβατική. Τα ευρήματά της έρευνας υποδηλώνουν ότι η θεραπεία κρουστικών κυμάτων μπορεί να είναι χρήσιμη στη μείωση της τονικότητας των καμπτήρων σε ασθενείς με σπαστικότητα του χεριού και θα μπορούσε να ανοίξει νέους τομείς της έρευνας στη θεραπεία της υπέρτονιας. Απαιτείται η λήψη περαιτέρω μελετών με μια μεγαλύτερη ομάδα των ασθενών (Manganoti et al, 2005).

3.2 Εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων (ESWT) δείχνει έναν αριθμό θεραπειών που σχετίζονται με τη χονδροπροστατευτική επίδραση στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος σε αρουραίους

Η οστεοαρθρίτιδα (OA) του γόνατος θεωρείται μια πάθηση του χόνδρου η οποία σχετίζεται με την απώλειά του. Ωστόσο, η OA συνήθως συνοδεύεται από αλλαγές στο υποχόνδριο και το περιαρθρικό οστό όπως σκλήρυνση, κύστη οστών και σχηματισμός οστεοφύτων (Lane et al, 2002). Η σχέση μεταξύ των μεταβολών στο υποχόνδριο οστό, την έναρξη και την εξέλιξη της OA είναι ακόμη υπό συζήτηση. Μερικοί ερευνητές πρότειναν ότι ο πιθανός ρόλος του υποχόνδριου οστού αλλάζει στην έναρξη και στην εξέλιξη της OA (Muraoka et al, 2007). Η λειτουργική ακεραιότητα του αρθρικού χόνδρου εξαρτάται από τις μηχανικές ιδιότητες του υποχόνδριου οστού. Η αρχική εστίαση της θεραπείας για την πρόληψη οστεοαρθρίτιδας του

γόνατος στον αρθρικό χόνδρο ή το υποχόνδριο οστό παραμένει αμφιλεγόμενη (Wang et al, 2011).

Οι δόσεις για την ESWT στις μελέτες έγιναν με βάση τα αποτελέσματα μιας δοκιμαστικής μελέτης και έδειξε 800 παλμούς κρουστικών κυμάτων στα 14 Kv, που εφαρμόζονται στο υποχόνδριο οστό της έσω κνήμης και έδειξε καλύτερα αποτελέσματα από 200, 400 και 1200 παλμούς σε μικρά ζώα. Ωστόσο, η καλύτερη δοσολογία και ο ιδανικός αριθμός των παλμών της ESWT στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος είναι άγνωστα. Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να διερευνηθεί η επίδραση των διαφορετικών αριθμών θεραπειών της ESWT στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος σε αρουραίους (Wang et al, 2013).

Αυτή η μελέτη διεξήχθη σε 45 αρσενικούς αρουραίους 10 εβδομάδων με σωματικό βάρος 275 mg έως 315 mg. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος αποκόπηκε (ACLT) και χρησιμοποιήθηκε έσω μηνισκεκτομή (MM) στο μοντέλο οστεοαρθρίτιδας του γόνατος του αρουραίου. Τα ζώα χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες με 9 ποντίκια σε κάθε ομάδα. Ομάδα I: αποτελούσε την ομάδα ελέγχου και υποβλήθηκαν σε εικονική αρθρεκτομή του γόνατος χωρίς ACLT ή MM και δεν έλαβαν καμία ESWT. Ομάδα II: υποβλήθηκαν σε ACLT και MM αλλά δεν έλαβαν ESWT. Ομάδα III: υποβλήθηκαν σε ACLT και MM και λάμβαναν μια θεραπεία ESWT την εβδομάδα. Ομάδα IV: υποβλήθηκαν σε ACLT και MM και λάμβαναν δύο θεραπείες ESWT την εβδομάδα. Ομάδα V: υποβλήθηκαν σε ACLT και MM και λάμβαναν τρεις ESWT θεραπείες την εβδομάδα. (Wang et al, 2013).

Οι ακτινογραφίες του γόνατος ελήφθησαν για την αξιολόγηση της όψης των οστών και την εστιακή οστεοπόρωση. Τα ζώα θανατώθηκαν στις 12 εβδομάδες και τα δείγματα του γόνατος υποβλήθηκαν σε ιστομορφολογική εξέταση και ανοσοϊστοχημική ανάλυση (Wang et al, 2011).

Τα ζώα ναρκώθηκαν και έγινε μια ευθεία πρόσθια τομή του δέρματος και η άρθρωση του γόνατος άνοιξε μέσω της επιγονατιδικής αρθρεκτομής. Ο πρόσθιος χιαστός σύνδεσμος αποκόπηκε με ένα νυστέρι. Η έσω μηνισκεκτομή διεξήχθη με τη εξαγωγή ολόκληρου του έσω μηνίσκου. Η πληγή έκλεισε και τα ζώα επιστράφηκαν στους κλωβούς στέγασης και ήταν υπό την φροντίδα του κτηνιάτρου. (Wang et al, 2013).

Η ESWT χορηγήθηκε στις ομάδες III, IV και V μία εβδομάδα μετά την χειρουργική επέμβαση στο γόνατο, όταν επουλώθηκε η πληγή. Το επίκεντρο της θεραπείας των κρουστικών κυμάτων ήταν το υποχόνδριο οστό του έσω κονδύλου της κνήμης. Κάθε θεραπεία αποτελούνταν από την εφαρμογή 800 παλμών κρουστικού κύματος στα 14 Kv (ισοδύναμο με $0,22 \text{ mJ/mm}^2$) (Wang et al, 2013).

Συμπεράσματα

Οι ακτινογραφίες του γόνατος δεν έδειξαν ορατή διαφορά μεταξύ των πέντε ομάδων την πρώτη εβδομάδα. Ωστόσο, στις 12 εβδομάδες, στις ομάδες II και V φάνηκαν περισσότερα ακτινογραφικά ευρήματα αρθρίτιδας, σε σύγκριση με τις ομάδες I, III και IV (Σχήμα 1) (Wang et al, 2013).



Εικόνα 6: Ακτινογραφίες του γόνατος στις 12 εβδομάδες δείχνουν πιο προχωρημένη οστεοαρθρίτιδα του γόνατος στις ομάδες II και V, και λιγότερο αρθρικές αλλαγές στις ομάδες I, III και IV.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η ESWT προστατεύει την αποικοδόμηση του αρθρικού χόνδρου και βελτιώνει την υποχόνδρια οστική ανακατασκευή στην έναρξη της οστεοαρθρίτιδας του γόνατου σε αρουραίους. Τα αποτελέσματα είναι σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες, όπου το κρουστικό κύμα έχει χονδροπροστατευτική επίδραση στην ΟΑ γόνατος σε αρουραίους (Wang et al, 2004). Η υποχόνδρια οστική ανακατασκευή στηρίζεται στην ισορροπία μεταξύ του σχηματισμού των οστών από οστεοβλάστες και την επαναρρόφηση του οστού από οστεοκλάστες και επηρεάζεται από την υποχόνδρια οστική μάζα και την αντοχή των οστών (Wang et al, 2013).

Έχουν υπάρξει και άλλες μελέτες που σχετίζονται με την επίδραση της ESWT στην οστεοαρθρίτιδα του γόνατος. Επίσης, πολλές μελέτες ανέφεραν δόσοεξαρτώμενες επιδράσεις της ESWT σε διαφορετικούς ιστούς. Η ESWT έδειξε μια δόσοεξαρτώμενη βελτίωση στην οστική μάζα και την αντοχή των οστών μετά από κάταγμα του μηριαίου οστού σε κουνέλια (Wang et al, 2004). Μια άλλη μελέτη ανέφερε ότι μία από τις πιο σημαντικές πτυχές δεν είναι ο συνολικός αριθμός των παλμών που χρησιμοποιούνται, αλλά το επίπεδο της ενέργειας των κρουστικών κυμάτων, επιβεβαιώνοντας έτσι, ότι η ESWT έχει μια δόσοεξαρτώμενη επίδραση στα κύτταρα των οστεοβλαστών (Martini et al, 2003).

Υπάρχουν περιορισμοί σε αυτή τη μελέτη. Τα δεδομένα που λαμβάνονται από αυτή τη μελέτη βασίστηκαν σε πειράματα σε μικρά ζώα. Τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν σε μεγαλύτερα ζώα ή ανθρώπους. Αυτή η μελέτη, έδειξε ότι η επίδραση της ESWT σχετίζεται με τον αριθμό των θεραπειών, αλλά όχι απαραίτητα με τη δοσολογία σε ΟΑ γόνατος, και η βέλτιστη δοσολογία ESWT και οι ιδανικοί αριθμοί θεραπειών ESWT παραμένουν άγνωστοι. Επιπλέον, διαφορετικές κατασκευαστικές εταιρείες χρησιμοποιούν διαφορετικούς δείκτες κρουστικού κύματος και ο τύπος της δόσης μεταξύ των διαφόρων συσκευών δεν είναι άμεσα διαθέσιμος. Επιπρόσθετες μελέτες απαιτούνται για την επικύρωση της βέλτιστης δοσολογίας ESWT και τον αριθμό των θεραπειών για την οστεοαρθρίτιδα του γόνατος (Wang et al, 2013).

3.3 Η επίδραση της εξωσωματικής θεραπείας κρουστικών κυμάτων στο σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου

Το μυοπεριτονιακό σύνδρομο του πόνου θεωρείται ένα κλινικά κοινό σύνδρομο με χαρακτηριστικά όπως η εντοπισμένη μυϊκή ευαισθησία και κύρια χαρακτηριστικά τον πόνο, το ψηλαφητό ενδομυϊκό σημείο και η 'απάντηση' κατά τη μυϊκή σύσπαση. Η βασική διαγνωστική μέθοδος του συνδρόμου του μυοπεριτονιακού πόνου γίνεται με τη φυσική εξέταση (μυϊκή ευαισθησία, πόνος). Οι μέθοδοι θεραπείας που χρησιμοποιούνται είναι ο βελονισμός και η έγχυση μέσω χρήσης ενός μεγάλου φάσματος φαρμάκων, με συνδυασμό φυσικοθεραπείας (Jong et al, 2012).

Οι 30 ασθενείς με MPS στο τραπεζοειδή μυ, χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η πρώτη ήταν η ESWT ομάδα (n = 15) και η δεύτερη ομάδα (n=15) χρησιμοποίησε ενέσεις στο σημείο ενεργοποίησης (TPI) και διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση (TENS). Συνολικά οι θεραπείες διήρκησαν 3 εβδομάδες. Η ESWT χορηγούνταν με 1.500 παλμούς κάθε φορά με διάστημα μιας εβδομάδας ως το ύψος των 4.500 παλμών. Οι ασθενείς με TPI λάμβαναν θεραπεία μία φορά την εβδομάδα, με σύνολο τρεις φορές και TENS πέντε φορές την εβδομάδα, συνολικής διάρκειας τριών εβδομάδων (Jong et al, 2012).

Όσον αφορά την ομάδα ESWT για το κατώφλι του πόνου φάνηκε πιο αποτελεσματική μετά την πρώτη και τρίτη θεραπεία σε σχέση με τα αποτελέσματα της ομάδας TPI+TENS. Οι αλλαγές που εμφανίστηκαν στην οπτική αναλογική κλίμακα ευνοούν και πάλι την ESWT σε σύγκριση με την TPI+TENS. Οι αλλαγές στο ερωτηματολόγιο πόνου McGill δείχνουν ότι η ομάδα ESWT εμφάνισε μεγαλύτερα επίπεδα πόνου στην έναρξη των θεραπειών, ενώ μετά την τρίτη θεραπεία τα επίπεδα πόνου ήταν πιο χαμηλά. Όσον αφορά το εύρος κίνησης δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές καθώς και οι δύο ομάδες είχαν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Σχετικά με το Roles και Maudsley σκορ δεν υπήρξαν επίσης μεγάλες διαφορές μεταξύ των ομάδων (Jong et al, 2012).

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με αυτή τη μελέτη προέκυψε το συμπέρασμα, ότι η ESWT είναι αποτελεσματική στην μείωση του πόνου και στη βελτίωση της κλίμακας του εύρους της κίνησης, όπως οι TPI και TENS θεραπείες σε ασθενείς με σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου στο τραπεζοειδή μυ. Επιπλέον, η εκτέλεση της ESWT θεωρείται ότι χρησιμεύει εκτός από τη θεραπεία, στη διάγνωση του συνδρόμου του μυοπεριτονιακού πόνου διότι με την εφαρμογή της ESWT μπορεί να προκληθεί η απάντηση της μυϊκής σύσπασης και ο πόνος, τα οποία αποτελούν κριτήρια διάγνωσης του συνδρόμου (Jong et al, 2012).

Στον πίνακα 1, γίνεται σύγκριση του εύρους κίνησης μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας που έλαβε θεραπεία με ESWT(πριν και μετά τη πρώτη και τρίτη θεραπεία). Η σύγκριση έγινε χρησιμοποιώντας την τεχνική ANOVA. Για την εφαρμογή της τεχνικής αυτής, έγινε αρχικά έλεγχος κριτηρίου σφαιρικότητας με την μέθοδο Manchuy. Ομοίως και στον πίνακα 2, με διαφορά ότι εδώ γίνεται σύγκριση των ομάδων σε σχέση με το κατώφλι του πόνου.

Κλίμακα εύρους κίνησης

	Πριν την πρώιμη Θεραπεία	Μετά την πρώιμη Θεραπεία	Μετά την τρίτη Θεραπεία	F	P	
Κάμψη	ESWT	50.71±6.08	54.29±3.45	54.29±3.45	0.009	0.927
	Control	52.00±5.70	54.00±4.18	54.00±9.18	7.824	0.003
			GxT	0.622	0.547	
Mauchly's Sphericity test W=0.000 (p=0.000)						
Έκταση	ESWT	40.00±0.00	40.00±0.00	40.00±00	1.458	0.255
	Control	38.00±4.47	40.00±0.00	40.00±00	1.458	0.256
			GxT	1.458	0.256	
Mauchly's Sphericity test W=0.000 (p=0.000)						
Δεξιά στροφή	ESWT	50.00±10.80	59.29±11.70	62.86±4.88	0.043	0.840
	Control	52.00±13.51	61.00±5.48	62.00±4.47	11.429	<0.001
			GxT	0.193	0.826	
Mauchly's Sphericity test W=0.880 (p=0.563)						
Αριστερή στροφή	ESWT	55.00±5.77	65.00±6.46	65.00±6.46	0.496	0.186
	Control	55.00±6.12	61.00±5.48	62.00±4.47	29.842	<0.001
			GxT	2.211	0.166	
Mauchly's Sphericity test W=0.391 (p=0.015)						
Δεξιά κλίση	ESWT	36.43±2.44	40.00±0.00	40.00±0.00	0.859	0.376
	Control	34.00±8.22	38.00±4.47	40.00±0.00	8.625	0.008
			GxT	0.904	0.439	
Mauchly's Sphericity test W=0.241 (p=0.002)						
Αριστερή κλίση	ESWT	35.71±5.35	39.29±1.89	40.00±0.00	1.162	0.306
	Control	32.00±9.08	36.00±6.52	40.00±0.00	4.911	0.036
			GxT	0.825	0.469	
Mauchly's Sphericity test W=0.398 (p=0.016)						
Σύνολο ROM	ESWT	267.86±17.29	297.86±12.86	302.14±9.400	0.379	0.552
	Control	263.00±31.35	290.00±20.62	298.00±7.58	51.023	<0.001
			GxT	0.474	0.637	
Mauchly's Sphericity test W=0.369 (p=0.011)						

Κατώφλι του πόνου και η Οπτική Αναλογική Κλίμακα

	Πριν την πρώτη θεραπεία	Μετά την πρώτη θεραπεία	Μετά την τρίτη θεραπεία		F	P
Κατώφλι του πόνου (lb/CM²)						
ESWT	6.86±1.35	11.43±0.27	12.57±0.72	Group(G)	5.237	0.045
Control	6.20±1.92	8.80±0.48	9.60±2.19	Time(T)	67.217	<0.001
				GxT	4.550	0.001
Machly's Sphericity test W=0.869 (p=0.531)						
Οπτική αναλογική κλίμακα						
ESWT	6.86±0.90	2.86±0.90	1.86±0.69	Group(G)	9.940	0.010
Control	7.20±1.30	4.60±0.55	2.80±0.84	Time(T)	94.360	<0.001
				GxT	1.998	0.162
Machly's Sphericity test W=0.566 (p=0.071)						

3.4 Συστηματική ανασκόπηση της χρήσης της εξωσωματικής θεραπείας στη διαχείριση καταγμάτων

Ο κρουστικός υπέρηχος χρησιμοποιείται κυρίως ως συμπληρωματική θεραπεία στη διαχείριση των καταγμάτων και των ψευδάρθρωσεων. Χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα ζώων(σκύλοι, κουνέλια) με ψευδάρθρωση, ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση της θεραπείας με κρουστικό υπέρηχο. Από την έρευνα αυτή, προέκυψε ότι η θεραπεία με κρουστικό υπέρηχο προάγει το σχηματισμό πώρωσης και οστεογένεσης και επιδρά στον πολλαπλασιασμό των οστεοβλαστών (Petrisor et al, 2009).

Με τη συνδρομή του κρουστικού κύματος, το οποίο μεταφέρεται μέσω ενός μέσου στο δέρμα και στους ιστούς, δημιουργείται εντός του οστού διαστολή και συμπίεση. Για να είναι πιο ωφέλιμη η θεραπεία, οι παλμοί πρέπει να συγκεντρώνονται στο κάταγμα ή στην ψευδάρθρωση (στο σημείο θεραπείας). Τα κρουστικά κύματα παράγουν δυνάμεις εφελκυσμού καθώς βρίσκονται μέσα στο οστό και στη συνέχεια δυνάμεις σπληαίωσης, έχοντας ως αποτέλεσμα, την πρόκληση σχηματισμού αιματώματος και επακόλουθο σχηματισμό νέου οστού (Petrisor et al, 2009).

Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν (10 σε αριθμό) είχαν ετερογενή στοιχεία, καθώς περιείχαν έναν αριθμό διαφορετικών διαγνώσεων ψευδάρθρωσης, μια σειρά διαφορετικών μορφών θεραπείας και διαφορετικά μήκη χρόνου μεταξύ κατάγματος και θεραπείας. Κριτήρια για τα δεδομένα είναι το μέγεθος του δείγματος, ο χρόνος παρακολούθησης, τα χαρακτηριστικά

των ασθενών (ηλικία, φύλλο) και το ποσοστό της ένωσης μετά από τη θεραπεία (Petrisor et al, 2009).

Η ποσότητα της έντασης εφαρμόζεται ανάλογα με το οστό. Δηλαδή στα μικρότερα οστά του άνω άκρου χρησιμοποιείται πιο μικρή ένταση σε σύγκριση με το κάτω άκρο, στο οποίο χορηγείται μεγαλύτερη ένταση. Για παράδειγμα στο άνω άκρο χρησιμοποιήθηκαν 1500-3000 παλμοί, ενώ για την επούλωση της κνήμης ή του μηρού 6000 με 12000 παλμοί. Οι περισσότεροι ασθενείς χρειάστηκαν γενική ή τοπική αναισθησία για τη θεραπεία με κρουστικό υπέρηχο (Petrisor et al, 2009).

Από μελέτες παρακολούθησης προέκυψε ένα σενάριο, όπου από τα 653 κατάγματα, τα 477 επουλώθηκαν, δηλαδή ένα ποσοστό πώρωσης του 72% μετά από θεραπεία με κρουστικό υπέρηχο. Από την ανάλυση των υποομάδων των ατροφικών και υπερτροφικών ψευδαρθρώσεων, αποκαλύφθηκε ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στα ποσοστά της ένωσης. Το ποσοστό της ατροφικής έρχεται στο 42%, ενώ της υπερτροφικής στο 78%. Ο μέσος χρόνος κυμαίνεται σε 1,8 χρόνια, όπου σε μεγάλα ποσοστά έχει επιτευχθεί η ένωση (παρόλο που ο χρόνος της ένωσης σε πολλές μελέτες δεν ήταν σαφής) (Xu ZH et al, 2008).

Όπως αναφέρεται στις δοκιμές, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές ανεπιθύμητες ενέργειες. Μερικές παρενέργειες ήταν ο παροδικός σχηματισμός αιματώματος, το παροδικό τοπικό οίδημα, η δερματική διάβρωση, καθώς και πετεχειώδεις αιμορραγίες. Δεν εντοπίστηκε κάποια επίδραση στα εμφυτεύματα (Petrisor et al., 2009).

Το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι χρησιμοποιώντας κρουστικό υπέρηχο με υψηλή ενέργεια σε οξεία κατάγματα, το ποσοστό μείωσης κινδύνου των ψευδαρθρώσεων θα κυμανθεί στο 46%. Δεν βρέθηκε κάποια σημαντική στατιστική διαφορά, ώστε να προσδιοριστεί η βελτίωση των καταγμάτων με την θεραπεία κρουστικού υπερήχου (λόγω χαμηλής μεθοδολογικής ποιότητας). Παρόλα αυτά, δεν εντοπίστηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες όσον αφορά το κρουστικό υπέρηχο. Μικρός αριθμός ασθενών εμφάνισε λοίμωξη (Petrisor et al, 2009).

Αρκετές μελέτες διερεύνησαν τις επιδράσεις της θεραπείας με κρουστικό υπέρηχο σχετικά με την επούλωση καταγμάτων, κάνοντας διάφορα πειράματα σε ζώα. Ο Haupt και οι συνεργάτες του υποστηρίζουν τη θετική επίδραση της θεραπείας κρουστικού υπερήχου. Ο Johanes με τους συνεργάτες του χρησιμοποίησαν σκύλους και απέδειξαν την προώθηση της οστικής ένωσης σε υπερτροφικές ψευδαρθρώσεις, ενώ ο Wang με τους συνεργάτες του απέδειξαν ότι η θεραπεία είναι χρονοεξαρτώμενη. Ο Forriol και οι συνεργάτες του κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο κρουστικός υπέρηχος μπορεί να καθυστερήσει την επούλωση των οστών (Csazar et al, 2013).

Συμπεράσματα

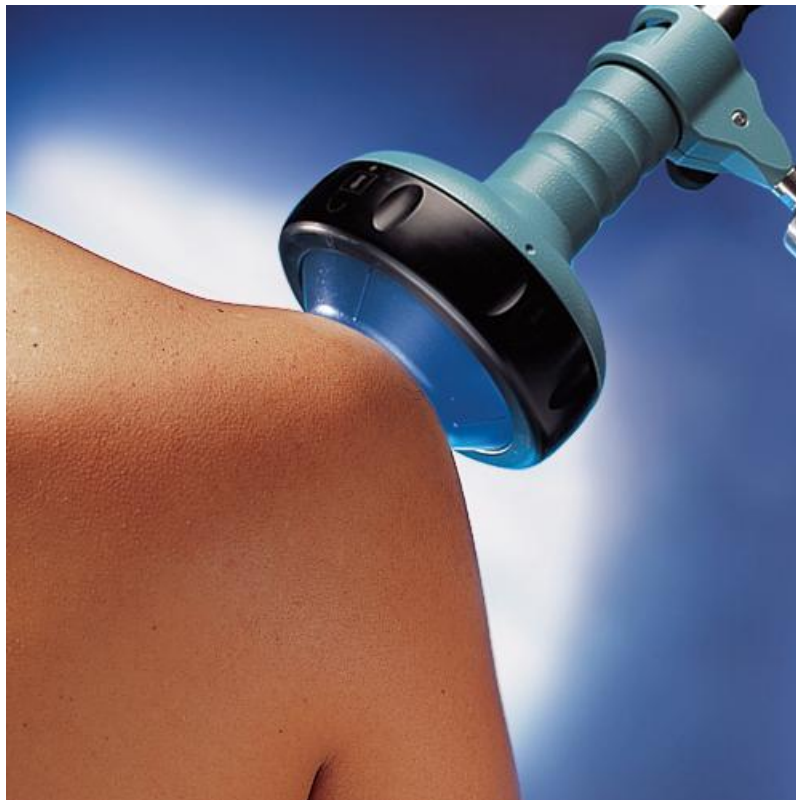
Υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα λόγω διαφορετικών ειδών ζώων που χρησιμοποιήθηκαν και λόγω των διαφορετικών δοσολογιών της θεραπείας. Παρόλα αυτά, φαίνεται πως η επίδραση του κρουστικού υπερήχου είναι δοσοεξαρτώμενη και χρονοεξαρτώμενη (Csazar et al., 2013).

Ο κρουστικός υπέρηχος δημιουργεί άμεσες μηχανικές δυνάμεις και μερικές μικροδιασπάσεις, με αποτέλεσμα να ναι επώδυνος και έτσι χρησιμοποιείται τοπική ή γενική αναισθησία. Δεν χρειάζεται αναισθησία όταν οι παλμοί είναι μικρότεροι από 2000. Όμως δεν

υπάρχει ομοφωνία σχετικά με την ένταση της ενέργειας, τη δόση ή την κλινική αποτελεσματικότητα (Petrisor et al, 2009).

3.5 Ακτινική εξωσωματική θεραπεία κρουστικών υπερήχων σε σύγκριση με ελεγχόμενες ασκήσεις σε ασθενείς με υπακρωμιακό σύνδρομο πόνου: τυχαιοποιημένη μελέτη

Το υπακρωμιακό σύνδρομο του πόνου είναι ο τέταρτος πιο κοινός μυοσκελετικός πόνος που αναφέρεται από τους ασθενείς στους γενικούς ιατρούς και τους φυσικοθεραπευτές (Faber et al, 2006). Η νόσος στροφικού πετάλου, το σύνδρομο πρόσκρουσης και η τενοντοπάθεια στροφικού πετάλου είναι όροι που χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα με τον υπακρωμιακό πόνο στον ώμο. Ο ακριβής μηχανισμός και η πηγή του πόνου είναι άγνωστα. Οι ιστοπαθολογικές μελέτες δείχνουν κυρίως εκφυλιστικές αλλοιώσεις στους τένοντες του στροφικού πετάλου αλλά και άλλοι παράγοντες συμβάλλουν επίσης στον πόνο και στη δυσλειτουργία (Blaine et al, 2005).



Η θεραπεία των κρουστικών κυμάτων χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για τον υπακρωμιακό πόνο στον ώμο. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να συγκρίνει τη βραχυπρόθεσμη επίδραση της ακτινικής εξωσωματικής θεραπείας κρουστικών κυμάτων με

τις ελεγχόμενες ασκήσεις σε ασθενείς με υπακρωμιακό πόνο στον ώμο (Engebretsen et al, 2009).

Οι συμμετέχοντες ήταν 104 ασθενείς, γυναίκες και άντρες μεταξύ 18 και 70 ετών με υπακρωμιακό πόνο στον ώμο διάρκειας τουλάχιστον τριών μηνών. Χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα διαγνωστικά κριτήρια: δυσλειτουργία ή πόνος κατά την απαγωγή του ώμου, κανονικό παθητικό εύρος της γληνοβραχιόνιας και πόνος στις δύο από τις τρεις ισομετρικές δοκιμές (απαγωγή σε 0 ° ή 30 °, έσω ή έξω στροφή). Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν η προηγούμενη χειρουργική επέμβαση για τον πληγείσα ώμο, η αστάθεια, τα κλινικά συμπτώματα αυχενικού συνδρόμου, η ρευματοειδής αρθρίτιδα, τα κλινικά και ακτινολογικά σημεία γληνοβραχιόνιας ή ακρωμοκλειδικής αρθρίτιδας, η σοβαρή ψυχιατρική διαταραχή, η χρήση των αντιπηκτικών φαρμάκων (εκτός από χαμηλή δόση ασπιρίνης) και η εγκυμοσύνη (Engebretsen et al, 2009).

Οι ασθενείς που παραπέμφθηκαν στον ερευνητή, έλαβαν προφορικές και γραπτές πληροφορίες σχετικά με τις δύο θεραπείες και έδωσαν την συγκατάθεσή τους πριν από την αρχική αξιολόγηση. Ένας στατιστικολόγος που δεν συμμετείχε στη συλλογή στοιχείων ή την ανάλυση κατένειμε τυχαία τους ασθενείς σε τέσσερις έως έξι θεραπείες. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα πλήρες ερωτηματολόγιο συμπεριλαμβανομένων των θεμάτων σχετικά με τη δημογραφία, την εκπαίδευση, τη διάρκεια του πόνου, την αναρρωτική άδεια, τη συναισθηματική δυσφορία και τα μέτρα των αποτελεσμάτων. Η κύρια μέτρηση έκβασης ήταν ο πόνος στον ώμο και ο δείκτης ανικανότητας (SPADI), μιας και αυτό το ερωτηματολόγιο ήταν έκθεση για τους ασθενείς με πόνο στον ώμο. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 13 ερωτήσεις που χωρίζονταν σε δύο τομείς: τον πόνο (πέντε είδη) και την ανικανότητα (οκτώ σημεία). Οι απαντήσεις βαθμολογήθηκαν με την οπτική αναλογική κλίμακα από 0 cm (καλύτερο) έως 11 cm (χειρότερο) και σύμφωνα με την αρχική βαθμολογία συστήματος. Η συνολική βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 100 βαθμούς, με την υψηλότερη βαθμολογία να δείχνει χειρότερο πόνο στον ώμο καθώς και ανικανότητα (Engebretsen et al, 2009).

Σε έξι εβδομάδες οι ασθενείς συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο. Τη 12^η και τη 18^η εβδομάδα οι παρακολουθήσεις έγιναν στο νοσοκομείο. Ένας φυσιοθεραπευτής που δεν συμμετείχε στη συλλογή στοιχείων ή την ανάλυση έκανε την παρακολούθηση των μετρήσεων (Engebretsen et al, 2009).

Οι ασθενείς παρακολουθούσαν δύο 45λεπτες συνεδρίες την εβδομάδα για μέγιστο διάστημα 12 εβδομάδων. Η πρώτη συνεδρία περιλάμβανε τη συλλογή ιατρικού ιστορικού και τον έλεγχο της ευθυγράμμισης συμπεριλαμβανομένης της ωμοπλάτης και της γληνοβραχιόνιας άρθρωσης. Η κύρια εστίαση ήταν η επανεκμάθηση των φυσιολογικών προτύπων κίνησης οι οποίες θα μπορούσαν στη συνέχεια να μεταφερθούν στις καθημερινές δραστηριότητες. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης χρησιμοποιήθηκαν ένας καθρέφτης για την ευαισθητοποίηση της στάσης του σώματος, τεχνικές για τη χαλάρωση των μυών, μια ελαστική λαστιχένια ζώνη, και μια σφεντόνα που στερεώνεται στην οροφή. Αφού τα δυσλειτουργικά νευρομυϊκά πρότυπα ομαλοποιήθηκαν, οι ασκήσεις αντοχής έγιναν με προοδευτικά αυξανόμενη αντίσταση. Οι αρχές της κλειστής και ανοικτής κινητικής αλυσίδας και οι πλειομετρικές ασκήσεις ενσωματώθηκαν στο επόμενο στάδιο της εκπαίδευσης (Engebretsen et al, 2009).

Οι ακτινικές εξωσωματικές θεραπείες κρουστικών κυμάτων (Swiss Clast Dolor, EMS) έγιναν από φυσιοθεραπευτή που είχε εμπειρία στη χρήση του μηχανήματος. Η θεραπεία χορηγούταν μία φορά την εβδομάδα για τέσσερις έως έξι εβδομάδες και η εστίαση σε τρία με πέντε ευαίσθητα σημεία κάθε φορά. Η συχνότητα που εφαρμόστηκε ήταν 12 με 8 Hertz από 2000 παλμούς ανά συνεδρία, με μία πίεση μεταξύ 2,5 και 4,0 bar, ανάλογα με το τι ο ασθενής ανεχόταν χωρίς τοπική αναισθησία (Engebretsen et al, 2009).

Συμπεράσματα

Οι ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με ακτινικά εξωσωματικά κρουστικά κύματα (n = 52) έλαβαν κατά μέσο όρο πέντε (εύρος 4-6) θεραπείες. Οι ασθενείς στην ομάδα των εποπτευόμενων ασκήσεων (n = 51) έλαβαν κατά μέσο όρο 14 (εύρος 11-16) θεραπείες. Οι 13 ασθενείς στην ακτινική εξωσωματική ομάδα και οι 3 ασθενείς στην ελεγχόμενη ομάδα άσκησης έλαβαν επιπλέον θεραπεία (ενέσεις κορτιζόνης, χειροπρακτική θεραπεία, φυσικοθεραπεία / ελεγχόμενες ασκήσεις) μεταξύ 12 και 18 εβδομάδων (Engebretsen et al, 2009).

Το αποτέλεσμα της θεραπείας ήταν υπέρ των εποπτευόμενων ασκήσεων στις 6, 12, και 18 εβδομάδες. Οι 32 από τους 50 (64%) ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με ελεγχόμενες ασκήσεις και 18 από τους 50 (36%) ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με ακτινικά εξωσωματικά κρουστικά κύματα είχαν μείωση του πόνου στον ώμο και στην ανικανότητα. Οι 2 (4%) ασθενείς στην ομάδα των εποπτευόμενων ασκήσεων και οι 3 (6%) ασθενείς στην ομάδα ακτινικών εξωσωματικών κρουστικών κυμάτων επιδεινώθηκαν μετά τη θεραπεία (Engebretsen et al, 2009).

Στις 18 εβδομάδες, τα αποτελέσματα για τον πόνο, τη λειτουργία, και το ενεργητικό εύρος της κίνησης δεν ήταν στατιστικά σημαντικά. Μόνο 6 ασθενείς στην ομάδα ελεγχόμενης άσκησης και ένας στην ομάδα των ακτινικών εξωσωματικών κρουστικών κυμάτων χρησιμοποίησαν λιγότερη φαρμακευτική αγωγή (Engebretsen et al, 2009).

Από τη μελέτη αυτή προκύπτει μια μικρή αλλά στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ των εποπτευόμενων ασκήσεων επί της ακτινικής εξωσωματικής θεραπείας κρουστικών υπερήχων στις 6, 12, και 18 εβδομάδες σε ασθενείς με υπακρωμιακό πόνο στον ώμο. Επιπλέον, οι περισσότεροι ασθενείς από την ακτινική εξωσωματική ομάδα (13 ν 3) έλαβαν επιπλέον θεραπεία μετά από 12 εβδομάδες, γεγονός που υποδηλώνει ότι ήταν λιγότερο ικανοποιημένοι. Τα αποτελέσματα στις 18 εβδομάδες ήταν υπέρ των ασκήσεων αλλά οι διαφορές δεν ήταν σημαντικές, εκτός από την αλλαγή στο εργασιακό που μπορεί να φαίνεται ότι η ελεγχόμενη άσκηση είναι μια πιο ολοκληρωμένη παρέμβαση αποκατάστασης (Engebretsen et al, 2009).

Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με αυτά των προηγούμενων μελετών, όπου συνίστανται θεραπευτικές ασκήσεις (Hay et al, 2003) και δεν ενισχύονται τα στοιχεία για την εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων. Η εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων δεν προτιμάται στη συγκεκριμένη διαταραχή, λόγω της αρνητικής επίδρασή της (Speed et al, 2002).

3.6 Βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα της εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων για τη θεραπεία της χρόνιας μη ασβεστοποιού τενοντίτιδας του υπερακανθίου: μια διπλή τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη και εικονική (placebo) μελέτη

Οι βιολογικές επιδράσεις της ESWT στην τενοντίτιδα, αφορούν την ανακούφιση από το πόνο, την αναγέννηση των ιστών και την καταστροφή των ασβεστώσεων. Η ανακούφιση του πόνου με θεραπεία της ESWT θα μπορούσε να λειτουργήσει μέσω της υπερδιέγερσης της αναλγησίας. Έτσι θα μειωνόταν η μετάδοση των σημάτων στο εγκεφαλικό στέλεχος (μείωση

πόνου λόγω της ουσίας P). Όμως ο Haake με τους συνεργάτες του δεν βρήκαν καμία επίδραση της ESWT επί της ουσίας P (Van der Worp et al, 2013).

Μέσω της ESWT επίσης, επιτυγχάνεται αναγέννηση των ιστών, όπου συμβαίνουν κυτταρικές αποκρίσεις και αύξηση της σύνθεσης της πρωτεΐνης. Η ESWT μειώνει την έκφραση των μεταλλοπρωτεασών (MMPs) και των ιντερλευκινών (ILs), που σχετίζονται με την τενοντοπάθεια. Περεταίρω μελέτες που έγιναν σε ζώα έδειξαν ότι η ESWT οδηγεί σε αύξηση της παραγωγής του κολλαγόνου, σε αύξηση της αγγείωσης στη διασταύρωση του οστού-τένοντα και σε αύξηση της αναγέννησης του ιστού, τόσο στην επούλωση τραυμάτων, όσο και στην ισχαιμία. Επιπλέον η ESWT μπορεί να καταστρέψει τις ασβεστοποιήσεις στους τένοντες. Αυτό προκύπτει από τον τρόπο, όπου τα κρουστικά κύματα μέσω της λιθοτριψίας, καταστρέφουν τις πέτρες στα νεφρά (Van der Worp et al, 2013).

Η τενοντίτιδα του υπερακανθίου είναι μια κοινή και σοβαρή κατάσταση που παρατηρείται όλο και περισσότερο στη μέση ηλικία (Milgrom et al, 1995). Αξιόπιστα στοιχεία είναι ικανά να υποστηρίξουν τη χρήση εξωσωματικών κρουστικών υπερήχων σε ασβεστοποιό τενοντίτιδα του στροφικού πετάλου, αλλά πρόσφατα στοιχεία δεν υποστηρίζουν τη χρήση τους για τη μη ασβεστοποιό τενοντίτιδα του στροφικού πετάλου (Huisstede et al, 2011). Ωστόσο, μόνο ένας περιορισμένος αριθμός μελετών έχει αναφερθεί στη θεραπεία της ασβεστοποιού τενοντίτιδας υπερακανθίου με κρουστικά κύματα στην αγγλική βιβλιογραφία (Speed et al, 2002). Πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας χαμηλής ενέργειας κρουστικών κυμάτων σε ασθενείς που πάσχουν από χρόνια NCST (non-calcific tendinopathy of the supraspinatus-μη ασβεστοποιός τενοντίτιδα υπερακανθίου) και συγκρίθηκε με την εικονική θεραπεία (Galasso et al, 2012).

Είκοσι ασθενείς με NCST τυχαιοποιήθηκαν σε μια ενεργή ομάδα και σε μια εικονική. Το κλινικό κριτήριο για τη διάγνωση τενοντίτιδας υπερακανθίου ήταν ο επώδυνος ώμος για τουλάχιστον 6 μήνες. Μια γενική φυσική εξέταση και η CMS (constant murley scale) μετρήθηκαν από έναν ορθοπεδικό χειρουργό που δε σχετιζόταν με τη θεραπευτική αγωγή κάθε ασθενούς. Το CMS συνδυάζει υποκειμενικές και αντικειμενικές μετρήσεις σε βαθμούς. Οι αντικειμενικές παράμετροι (65 βαθμοί) περιελάμβαναν το εύρος κίνησης (ROM) και τη δύναμη που αντιστοιχεί στον αριθμό των λιβρών της δύναμης που καταγράφεται από το δυναμόμετρο. Οι υποκειμενικές παράμετροι περιλαμβάνουν τον πόνο και τις επιδράσεις του στην καθημερινή ζωή (ADL) συμπεριλαμβανομένης της θέσης (positioning) (35 βαθμοί). Το CMS αυξάνεται, καθώς ο πόνος μειώνεται και αυξάνεται επίσης η κινητικότητα του ώμου, επομένως όσο υψηλότερο CMS, τόσο μεγαλύτερη η βελτίωση της κατάστασης και η ποιότητα ζωής του ασθενούς (Galasso et al, 2012).

Οι ασθενείς μπήκαν τυχαία σε μια ενεργή ή σε μια εικονική ομάδα, χωρισμένοι με αναλογία κατανομής 1:1 και δε γνώριζαν αν είχαν λάβει θεραπεία. Ένας ασθενής μπήκε αρχικά στην ομάδα εικονικού φαρμάκου και μετά «χάθηκε» στην τυχαιοποίηση, αφήνοντας έτσι 20 άτομα για τη μελέτη με τα 11 άτομα να ανήκουν στην ομάδα ESWT και 9 στην ομάδα εικονικού φαρμάκου (Galasso et al, 2012).

Η θεραπευτική αγωγή απαιτούσε δύο θεραπευτικές συνεδρίες, η καθεμία αποτελούμενη από 3000 κρουστικά κύματα με μια πυκνότητα ροής ενέργειας 0,068mj/mm², που χωρίζονται με ένα διάστημα 7 ημερών. Ένα παρόμοιο πρωτόκολλο έδειξε ότι είναι αποτελεσματική η θεραπεία της ασβεστοποιού τενοντίτιδας ώμου (Gerdesmeyer et al, 2003). Η εικονική αγωγή συνεπαγόταν τη χρήση της ίδιας συσκευής, στην οποία η γεννήτρια των κρουστικών κυμάτων αποσυνδέθηκε. Υπήρχε μια μικρή συσκευή αναπαραγωγής δίσκων με καταγεγραμμένο τον ήχο εκκίνησης της συσκευής των κρουστικών κυμάτων, ώστε να ακουστεί χαρακτηριστικά

σαν να είχε ενεργοποιηθεί κανονικά η συσκευή. Οι ομιλητές την είχαν αποθηκεύσει κάτω από το κάλυμμα της γεννήτριας των κρουστικών κυμάτων. Ο ασθενής υποβλήθηκε σε θεραπεία από έναν ερευνητή που δε συμμετείχε στην εγγραφή των ασθενών, την τυχαιοποίηση/κατανομή ή την παρακολούθησή τους. Ο καρδιακός ρυθμός, η πίεση του αίματος, η θερμοκρασία του σώματος και ο αριθμός αναπνοής μετρήθηκαν προ και αμέσως μετά από κάθε θεραπεία. Οι ασθενείς επανέλαβαν τις φυσικές εξετάσεις, τις εξετάσεις αίματος και την αξιολόγηση CMS σε 6 και 12 εβδομάδες παρακολούθησης. Οι ανεπιθύμητες ενέργειες αξιολογήθηκαν με κλινική εξέταση και με ένα ερωτηματολόγιο που απαντήθηκε από τους ασθενείς αμέσως μετά την ESWT ή την εικονική διαδικασία και σε κάθε επίσκεψη παρακολούθησης. Η υποκειμενική γνώμη του ασθενούς από τη θεραπεία που λάμβανε καταχωρήθηκε στο συμπέρασμα της μελέτης. Όλα τα ευρήματα καταγράφηκαν σε τυποποιημένα έντυπα. Στην τελική παρακολούθηση οι ασθενείς της ομάδας ελέγχου εξακολουθούσαν να διαμαρτύρονται για τα συμπτώματα της τενοντίτιδας υπερακανθίου, που προκάλεσαν οι κρουστικοί υπέρηχοι ενώ εκείνοι της ενεργής ομάδας είχαν ενημερωθεί για περεταίρω επιλογές (Galasso et al, 2012).

Διεξήχθη μια ανάκληση τηλεφώνου στους ασθενείς με ESWT, 9 χρόνια μετά τη θεραπεία για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τον αριθμό των ασθενών που τελικά προχώρησαν σε χειρουργική επέμβαση ή άλλες θεραπείες. Την ίδια στιγμή καταγράφηκε επίσης η ικανοποίηση που είχαν με την ESWT και την προθυμία να υποστούν τη θεραπεία και πάλι (Galasso et al, 2012).

Αποτελέσματα

Κατά τις προηγούμενες παρακολουθήσεις σημαντικές αλλαγές στο CMS παρατηρήθηκαν μόνο στην ομάδα ESWT. Η σύγκριση μεταξύ αυτής της ομάδας και της ομάδας της εικονικής θεραπείας έδειξε σημαντικές διαφορές για το σύνολο του CMS και της υποκλίμακας ROM. Κατά την τελική παρακολούθηση σημαντική βελτίωση στο συνολικό CMS και όλες τις υποκλίμακες (εκτός ισχύος) παρατηρήθηκε στην ομάδα ESWT σε σύγκριση με τις αρχικές τιμές. Αντίθετα, στην ομάδα της εικονικής θεραπείας δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική στατιστική διαφορά σε σχέση με τα αρχικά επίπεδα. Όταν οι ομάδες συγκρίθηκαν, εμφανίστηκε σημαντικά υψηλότερο συνολικό CMS και μια υψηλότερη βαθμολογία για τον πόνο και το ROM, όπου παρατηρήθηκε στην ομάδα ESWT (Galasso et al, 2012).

Η ανάκληση τηλεφώνου πραγματοποιήθηκε στους ασθενείς που είχαν λάβει θεραπεία με κρουστικούς υπέρηχους μετά από εννέα έτη και συλλέχθηκαν στοιχεία σε 10 από τα 11 άτομα. Κανένας ασθενής δεν προχώρησε σε χειρουργική επέμβαση και δύο ασθενείς εμφάνισαν επανεμφάνιση του πόνου στον ώμο σε 3 και 4 χρόνια μετά την εφαρμογή των κρουστικών υπερέχων, αντίστοιχα. Αυτοί οι ασθενείς επανέλαβαν επιτυχώς τη θεραπεία μαζί με φάρμακα για την αντιμετώπιση του πόνου στην ωμοπλάτη, το θώρακα και τη γληνοβραχιόνια άρθρωση. Εννέα χρόνια μετά την εφαρμογή των κρουστικών υπερέχων όλοι οι ασθενείς που διατέθηκαν ήταν ικανοποιημένοι με τη θεραπεία που έλαβαν και θα λάμβαναν την ίδια θεραπεία ξανά (Galasso et al, 2012).

Η απόδειξη της αποτελεσματικότητας των κρουστικών υπερέχων σε βραχυπρόθεσμη περίοδο είναι ένα πολύτιμο εύρημα αυτής της έρευνας. Αποδείχτηκε μία μεγαλύτερη βελτίωση του CMS, σε σύγκριση με τις τιμές που αναφέρθηκαν από άλλους για θεραπεία της τενοντοπάθειας υπερακανθίου με υπέρηχους ή προγράμματα αποκατάστασης με την ίδια

παρακολούθηση (Giombini et al, 2006). Δεν υπάρχουν επιβλαβή αποτελέσματα των κρουστικών υπερήχων για τον πόνο στον ώμο, ενώ μακροπρόθεσμα έχουν αναφερθεί και αυτή η θεραπεία θα μπορούσε τελικά να επαναληφθεί σε περίπτωση επανεμφάνισης των συμπτωμάτων. Μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να επαναληφθούν για τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις αυτής της τεχνικής σε NCST (Galasso et al., 2012).

3.7 Η μελέτη της εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων με υψηλή ενέργεια στην αντιμετώπιση της τενοντίτιδας του στροφικού πετάλου

Σύμφωνα με μια τυχαιοποιημένη μελέτη της τενοντίτιδας του στροφικού πετάλου έγινε σύγκριση της αποτελεσματικότητας της εξωσωματικής θεραπείας κρουστικών κυμάτων σχετικά με την ένταση της ενέργειας (υψηλή, χαμηλή) με τη βοήθεια μιας ηλεκτρομαγνητικής γεννήτριας υπό ακτινοσκοπική καθοδήγηση. Για πιο έγκυρα αποτελέσματα της μελέτης οι ασθενείς έπρεπε να είχαν τουλάχιστον 3 μήνες τενοντίτιδα του στροφικού πετάλου, καθώς και η διάσταση της ασβεστοποίησης να ήταν 10 mm και άνω (Albert et al, 2007).

Η αντιμετώπιση της ασβεστοποιού τενοντίτιδας γίνεται μέσω συντηρητικών θεραπειών, αλλά η τεκμηρίωση τους δεν έχει γίνει ακόμα εφικτή. Οι θεραπείες αυτές περιλαμβάνουν υπακρωμιακή στεροειδή έγχυση, μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη φάρμακα επί του στόματος και αποκατάσταση σε συνδυασμό με τη φυσικοθεραπεία. Αν τα συμπτώματα ανικανότητας συνεχίσουν να υπάρχουν συνιστάται διαδερμική εξαγωγή με βελόνα (Albert et al, 2007).

Οι 80 ασθενείς που επιλέχθηκαν δεν ανταποκρίθηκαν σε προηγούμενες συντηρητικές θεραπείες. Η ηλικία τους κυμαινόταν από 18 έως 75 ετών, με 3μηνο πόνο στους ώμους και διάμετρο αποτιάνωσης πάνω από 10 mm. Κριτήρια αποκλεισμού αποτέλεσαν η εγκυμοσύνη και ο καρδιακός βηματοδότης. Οι ασθενείς εντάχθηκαν σε δυο ομάδες, στην ενεργή ομάδα που χορηγήθηκε υψηλή ενέργεια ESWT και στην ομάδα ελέγχου χαμηλής ενέργειας. Η τελική αξιολόγηση έγινε 3 μήνες μετά τη δεύτερη θεραπεία (Albert et al, 2007).

Για την αξιολόγηση του πόνου και την λειτουργία του ώμου χρησιμοποιήθηκε η βαθμολογία Constant και Murley (100 βαθμοί η μέγιστη βαθμολογία). Η υποκειμενική γνώμη των ασθενών για την αποτελεσματικότητα της θεραπείας μετράται με πέντε επίπεδα λεκτικής κλίμακας (πολύ αποτελεσματική έως καθόλου αποτελεσματική). Η ανεκτικότητα των ασθενών μετράται με το σκορ VAS για κάθε συνεδρία θεραπείας (Albert et al, 2007).

Κάθε 14 ημέρες οι ασθενείς έπρεπε να λάβουν μέσα σε 2 συνεδρίες 2500 παλμούς. Για τους πρώτους 200 παλμούς η συχνότητα ήταν 1 Hz, έπειτα αυξήθηκε στα 2 Hz. Στην ομάδα ελέγχου η ενέργεια από 0,02 mj/mm² αυξήθηκε σε 0,06 mj/mm² (δηλαδή 145 mj/mm² ανα συνεδρία). Η ενεργή ομάδα έπρεπε να φθάσει στο μέγιστο επίπεδο ενέργειας που ναι ανεκτό στον άνθρωπο, δηλαδή έως 0,45 mj/mm² ανά ώθηση (Albert et al, 2007).

Οι ασθενείς τοποθετήθηκαν σε ύπτια θέση και χρησιμοποιήθηκε τζελ μεταξύ του δέρματος του ασθενή και της συσκευής. Επιπλέον μια ώρα πριν τη θεραπεία δόθηκε από το στόμα μια αναλγητική προνάρκωση καθώς και τοποθέτηση ενός αναισθητικού έμπλαστρο στο δέρμα και στο σημείο επαφής της κεφαλής της συσκευής (Albert et al, 2007).

Συμπεράσματα

Στη μελέτη συμμετείχαν 80 ασθενείς, όπου αξιολογήθηκαν με μια μέση τιμή 110 ημερών. Η χορήγηση της μέσης αθροιστικής ενεργειακής πυκνότητας ροής κυμάνθηκε περίπου σε 1210 mj/mm² στην ενεργή ομάδα και σε 283 mj/mm² στην ομάδα ελέγχου. Σύμφωνα με την βαθμολογία Constant και Murley, η ενεργή ομάδα είχε 50% βελτίωση ενώ η ομάδα έλεγχου 20%. Η ανακούφιση του πόνου ήταν πιο έντονη στην ενεργή ομάδα παρά στην ομάδα ελέγχου, σύμφωνα με το σκορ VAS (Albert et al, 2007).

Η ανεκτικότητα ήταν καλύτερη στην ομάδα ελέγχου διότι δεν παρουσιάστηκαν αλλοιώσεις του δέρματος σε σχέση με την ενεργή ομάδα. Κατά τη διάρκεια της πρώτης και της δεύτερης θεραπείας 15 ασθενείς της ενεργής ομάδας εμφάνισαν επιφανειακές βλάβες του δέρματος, όπως είναι οι πετέχειες και οι μώλωπες. Οι αλλοιώσεις έφυγαν μέσα στο 24ωρο. Η θεραπεία ήταν αποδεκτή καθώς 35 ασθενείς από την ενεργή ομάδα θεραπείας και 27 από την ομάδα ελέγχου δήλωσαν ότι θα επαναλάμβαναν την ίδια θεραπεία (Albert et al, 2007).

Από τη μελέτη αυτή προέκυψε ότι η εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων με υψηλή ενέργεια, είναι σημαντικά πιο αποτελεσματική στην αντιμετώπιση της ασβεστοποιού τενοντίτιδας, σε σύγκριση με την χορήγηση κρουστικών κυμάτων χαμηλής ενέργειας. Σε αντίθεση με άλλες μελέτες όπως του Sabeti-Aschraf αναφέρθηκε η θετική επίδραση της χαμηλής ενέργειας ESWT στην αύξηση της βαθμολογίας Constant και Murley μετά από τρεις συνεδρίες. Το ποσοστό απορρόφησης ασβεστίου μπορεί να εμφανίσει αύξηση μεταξύ 6 και 24 εβδομάδων και μεταξύ 6 και 12 μηνών μετά τη θεραπεία (Albert et al, 2007).

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της μελέτης υποστηρίζουν ότι η χρήση της υψηλής ενέργειας των κρουστικών κυμάτων έχει καλύτερα αποτελέσματα για τη θεραπεία της ασβεστοποιού τενοντίτιδας του στροφικού πετάλου (Albert et al, 2007).

3.8 Η επαναληπτική θεραπεία κρουστικών κυμάτων για την έξω επικονδυλίτιδα-μια συστηματική και ποιοτική ανάλυση ερευνών

Σε συχνότητα περίπου 1% ανά 1000 ασθενείς και σε ποσοστό 1-3% των ενηλίκων ετησίως, η έξω επικονδυλίτιδα αποτελεί μία από τις πιο συχνές παθολογίες του άνω άκρου (Stasinopoulos et al, 2005). Μια νέα έρευνα δείχνει ότι το τυπικό ιστολογικό μοτίβο μιας αγγειοίνοβλαστικής διάδοσης είναι το κύριο χαρακτηριστικό μιας φλεγμονώδους διαδικασίας (Sems et al, 2006).

Ο Rompe et al δημοσίευσαν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη που ερευνά την ESWT για τη θεραπεία του πλευρικού πόνου στον αγκώνα, όπου εκτελέστηκε σε ένα ενιαίο κέντρο στη Γερμανία. Τα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν αφορούν 115 συμμετέχοντες με χρόνια έξω επικονδυλίτιδα που αντιμετωπίστηκαν σε μια χρονική περίοδο 3 ετών. Η ομάδα θεραπείας έλαβε 3 θεραπείες από 1000 παλμούς χαμηλής ενέργειας χωρίς τοπική αναισθησία σε εβδομαδιαία διαστήματα. Η ομάδα ελέγχου έλαβε 3 θεραπείες από 10 πανομοιότυπους παλμούς πάλι σε εβδομαδιαία διαστήματα (Rompe et al, 2007).

Η κύρια παρακολούθηση των ασθενών ήταν 6 μήνες. Δεκαπέντε συμμετέχοντες διέκοψαν τη θεραπεία κατά τη διάρκεια των πρώτων 6 εβδομάδων και δεν συμπεριλήφθηκαν στην

συνέχεια στην ανάλυση. Η δοκιμή ήταν τυχαία και οι συμμετέχοντες και οι αξιολογητές δεν είχαν επίγνωση για την έρευνα κατά την εκχώρηση της θεραπείας (Rompe et al, 2007).

Ο Crowther et al διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου συμπεριλάμβανε 93 συμμετέχοντες με χρόνια έξω επικονδυλίτιδα. Η ομάδα θεραπείας έλαβε 3 θεραπείες από 2000 παλμούς χαμηλής ενέργειας χωρίς τοπική αναισθησία σε εβδομαδιαία διαστήματα και στην ομάδα ελέγχου χορηγήθηκε μια ένεση των 20 mg τριαμκινολόνης με 1% λιδοκαΐνη (Rompe et al, 2007).

Η κύρια παρακολούθηση διήρκεσε 3 μήνες. Δεν είναι σαφές εάν η απόκρυψη της κατανομής ήταν επαρκής. Τρεις από τους 51 (5,9%) συμμετέχοντες που συμπεριλήφθηκαν στην ESWT ομάδα, αποσύρθηκαν πριν από την ολοκλήρωση της θεραπείας και 17 από 52 (32,7%) συμμετέχοντες που τυχαιοποιήθηκαν σε στεροειδή έγχυση αρνήθηκαν τη συμμετοχή τους μετά από την τυχαιοποίηση (Rompe et al, 2007).

Ο Speed et al διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη σε ένα ενιαίο κέντρο στο Ηνωμένο Βασίλειο, συμπεριλαμβανομένων 75 συμμετεχόντων. Η ομάδα θεραπείας έλαβε 3 θεραπείες από 1500 παλμούς χαμηλής ενέργειας, χωρίς τοπική αναισθησία, χωρίζοντάς τες σε μηνιαία διαστήματα και η ομάδα ελέγχου έλαβε 3 θεραπείες από 1500 εικονικούς παλμούς πάλι σε μηνιαία διαστήματα. Η κύρια διάρκεια παρακολούθησης ήταν 1 μήνας. Τέσσερις (5,3%) ασθενείς αποσύρθηκαν από τη μελέτη (δύο στην ενεργή ομάδα λόγω της επιδείνωσης των συμπτωμάτων σε διάρκεια δύο θεραπειών, και δύο ασθενείς στην ομάδα εικονικού φαρμάκου για λόγους που ήταν ασαφείς). Η δοκιμή ήταν τυχαία αλλά δεν είναι σαφές, εάν η απόκρυψη της κατανομής ήταν επαρκής (Rompe et al, 2007).

Ο Melegati et al διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη που περιείχε 41 συμμετέχοντες. Η ομάδα θεραπείας έλαβε 3 θεραπείες από 1800 παλμούς χαμηλής ενέργειας, χωρίς τοπική αναισθησία σε εβδομαδιαία διαστήματα, χρησιμοποιώντας μια εφαιπτόμενη εστίαση και η ομάδα ελέγχου έλαβε τους ίδιους παλμούς αλλά με ραχιαία εστίαση. Η κύρια παρακολούθηση ήταν 6 μήνες. Ούτε εδώ είναι σαφές εάν η απόκρυψη της κατανομής ήταν επαρκής. Παρόλα αυτά δεν «χάθηκε» κανένας ασθενής κατά την διάρκεια της παρακολούθησης. Όμως η απόκρυψη της κατανομής θεωρήθηκε ασαφής (Rompe et al, 2007).

Συνολικά, οι μελέτες ήταν κλινικά ετερογενείς σε σχέση με τη διάρκεια της πάθησης, τον τύπο, τη συχνότητα και τη συνολική δόση του ESWT, τη χρονική περίοδο μεταξύ των θεραπειών ESWT, τον τύπο διαχείρισης και της ομάδας ελέγχου, το χρόνο παρακολούθησης και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Rompe et al, 2007).

Η ESWT με χαμηλή ενέργεια σχετικά με την αντιμετώπιση της τενοντοπάθειας, δεν είναι ευρέως γνωστή μεταξύ της ιατρικής κοινότητας. Η κλινική χρησιμότητά της είναι η ήπια διέγερση για την επούλωση του ιστού και η αναστολή των υποδοχέων του πόνου. Κατά την τελευταία δεκαετία, έχει διερευνηθεί διεξοδικά και πειραματικά η κλινική χρησιμότητα της ESWT. (Rompe et al, 2007)

Συμπεράσματα

Προς το παρόν, δεν υπάρχει γενική ομοφωνία σχετικά με τη χρήση της επαναλαμβανόμενης ESWT με χαμηλή ενέργεια, η οποία δεν απαιτεί τοπική αναισθησία, ούτε με τη χρήση της ESWT υψηλής ενέργειας, η οποία όμως απαιτεί τοπική αναισθησία. Αφού εμπλέκονται πολλαπλές φυσικές μεταβλητές είναι δύσκολο να υπάρξει διαφοροποίηση μεταξύ της

χαμηλής και της υψηλής ενέργειας των κρουστικών κυμάτων. Παρόλα αυτά, η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι υπάρχει ένα θεραπευτικό όφελος της ESWT ως προς τη διαχείριση της χρόνιας πλευρικής τενοντίτιδας του αγκώνα, αλλά υπό περιοριστικούς όρους (Rompe et al, 2007).

3.9 Αποτελεσματικότητα της αρχικής εξωσωματικής θεραπείας των κρουστικών κυμάτων στους νεοδιαγνωσθέντες ασθενείς με έξω ή έσω επικονδυλίτιδα

Η έξω ή έσω επικονδυλίτιδα του αγκώνα είναι μια κοινή διαταραχή του άνω άκρου, η οποία χαρακτηρίζεται από εκφυλιστικές αλλαγές στην περιοχή του επικόνδylου, λόγω επαναλαμβανόμενης πίεσης της κάμψης και έκτασης (κινήσεις του καρπού). Υπάρχουν διάφορες θεραπείες για την επικονδυλίτιδα όπως είναι η ανάπαυση, η φυσικοθεραπεία, NSAID, η στεροειδή έγχυση, η θεραπεία με άσκηση και ο νάρθηκας (Seok Lee et al, 2012).

Η εξωσωματική θεραπεία των κρουστικών κυμάτων για την αντιμετώπιση της έξω ή έσω επικονδυλίτιδας του αγκώνα έχει διεξαχθεί κατά κύριο λόγο σε ασθενείς που δεν ανταποκρίθηκαν στη συντηρητική θεραπεία μετά την οξεία φάση. Η μελέτη αυτή, είχε ως στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της αρχικής εξωσωματικής θεραπείας με κρουστικά κύματα (ESWT) σε σχέση με την στεροειδή τοπική ένεση σε ασθενείς που έχουν διαγνωστεί πρόσφατα με έξω ή έσω επικονδυλίτιδα (Seok Lee et al, 2012).

Στην μελέτη συμμετείχαν 22 ασθενείς, οι οποίοι είχαν διαγνωστεί πρόσφατα με έξω ή έσω επικονδυλίτιδα. Οι ηλικιωμένοι ασθενείς αποκλείστηκαν, έτσι ώστε η ηλικία των συμμετεχόντων να ήταν περίπου 30 με 65 έτη. Επίσης, αποκλείστηκαν ασθενείς που είχαν προηγουμένως λάβει άλλες θεραπείες όπως αγωγή με NSAID, φυσιοθεραπεία, τοπική έγχυση ή είχαν ιατρικό ιστορικό εγκυμοσύνης, διαταραχές της αιμόστασης, κακοήθη νοσήματα, συστηματική λοίμωξη ή τοπική λοίμωξη των άνω άκρων και βηματοδότη (Seok Lee et al, 2012).

Τα άτομα χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, έχοντας τυχαία κατανομή. Η ομάδα εξωσωματικής θεραπείας κρουστικού κύματος με χαμηλή ενέργεια αποτελούνταν από 12 ασθενείς (7 με έξω επικονδυλίτιδα και 5 με έσω επικονδυλίτιδα) και η ομάδα με στεροειδή τοπική ένεση αποτελούνταν από 10 ασθενείς (6 με έξω επικονδυλίτιδα και 4 με έσω επικονδυλίτιδα) (Seok Lee et al, 2012).

Στην ομάδα της εξωσωματικής θεραπείας χορηγήθηκαν περίπου 2000 κρουστικά κύματα με 0,06-0,12 mJ/mm² χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας ροής. Η θεραπεία έγινε 3 φορές σε διάστημα 3 εβδομάδων (1 θεραπεία την εβδομάδα). Μετά παρουσιάστηκε μεγαλύτερη ευαισθησία κατά την ψηλάφηση του σημείου σε ύπτια θέση. Εάν ο πόνος ήταν σοβαρός, ο αριθμός των κρουστικών κυμάτων θα είχε υποστεί μείωση κάτω από 1000 την πρώτη εβδομάδα, ώστε να υπάρξει ανοχή στο πόνο. Η αξιολόγηση της επίδρασης της θεραπείας, έγινε μία εβδομάδα μετά από την ολοκλήρωση της τρίτης θεραπείας (Seok Lee et al, 2012).

Όσον αφορά την ομάδα με στεροειδή ένεση, χορηγήθηκε μία φορά στο σημείο ευαισθησίας στην έξω περιοχή του επικόνδylου, 1cm³ μικτού διαλύματος 10 mg τριαμκινολόνης και 1% λιδοκαΐνη. Η αξιολόγηση της επίδρασης πραγματοποιήθηκε μετά από την 1^η εβδομάδα θεραπείας με ένεση.

Κατά την απαγωγή του βραχιονίου και κάμψη του αγκώνα στους 90 °, χορηγήθηκε η ένεση για τη θεραπεία της έξω επικονδυλίτιδας. Για την έσω επικονδυλίτιδα χρησιμοποιήθηκε η ίδια μέθοδος, αλλά η ένεση χορηγήθηκε κατά την απαγωγή του βραχιονίου και την έκταση της άρθρωσης του αγκώνα (Seok Lee et al, 2012).

Έγινε εκτίμηση και καταγραφή του πόνου και της λειτουργίας της άρθρωσης του αγκώνα πριν από τις θεραπείες και μετά τις θεραπείες, την 1^η εβδομάδα, τη 2^η εβδομάδα, την 4^η εβδομάδα και την 8^η εβδομάδα. Χρησιμοποιώντας το Nirschl score9 (η υψηλότερη φάση του σκορ σήμαινε πιο σοβαρή δυσφορία κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων), το Roles και Maudsley σκορ (άριστη, καλή, αποδεκτή και φτωχή ικανοποίηση των ασθενών μετά από τις θεραπείες) και το σύστημα της εκατοβάθμιας κλίμακας βαθμών (πόνος, λειτουργικότητα, μυϊκή δύναμη 0-10) έγινε η αξιολόγηση της επίδρασης των θεραπειών (Seok Lee et al., 2012).

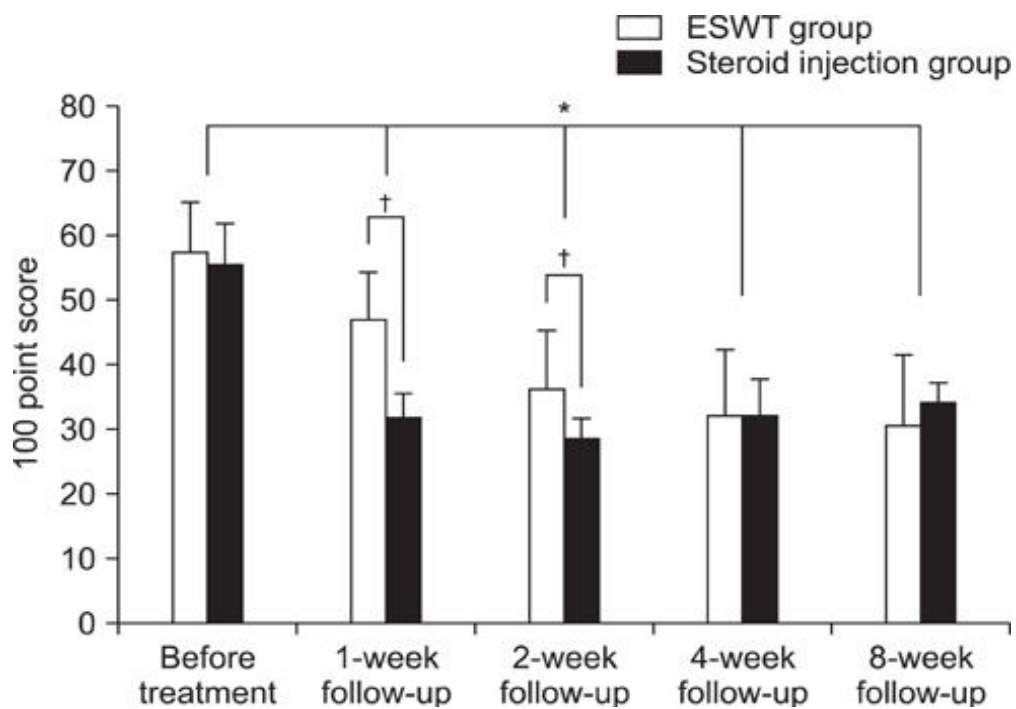
Τα αποτελέσματα Nirschl της θεραπείας της ομάδας των στεροειδών τοπικών ενέσεων μετά από μία εβδομάδα και μετά από δύο εβδομάδες δεν ήταν καλύτερα από εκείνα της ομάδας με εξωσωματική θεραπεία, αλλά στη συνέχεια υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Σύμφωνα με το Nirschl και το σύστημα της εκατοβάθμιας κλίμακας βαθμών μετά την τέταρτη και όγδοη εβδομάδα η θεραπεία με στεροειδείς ενέσεις ήταν πιο αποτελεσματική από ότι η ESWT. Παρόλα αυτά το Roles και Maudsley σκορ που μετρήθηκε κατά την πρώτη εβδομάδα και την όγδοη εβδομάδα εμφάνισε πιο αποτελεσματική την ESWT (Seok Lee et al, 2012).

Με βάση αυτή τη μελέτη, κρίθηκε ότι η αρχική εξωσωματική θεραπεία χαμηλής ενέργειας κρουστικών κυμάτων μπορεί να είναι μια άλλη θεραπευτική επιλογή για τους νεοδιαγνωσθέντες ασθενείς με επικονδυλίτιδα. Ο Rompe et al ανέφεραν ότι οι ιστολογικές αντιδράσεις του τένοντα είναι δοσοεξαρτώμενες της ενέργειας. Η θεραπεία της υψηλής ενέργειας φαίνεται να είναι πιο αποτελεσματική στην αντιμετώπιση του πόνου (Seok Lee et al, 2012).

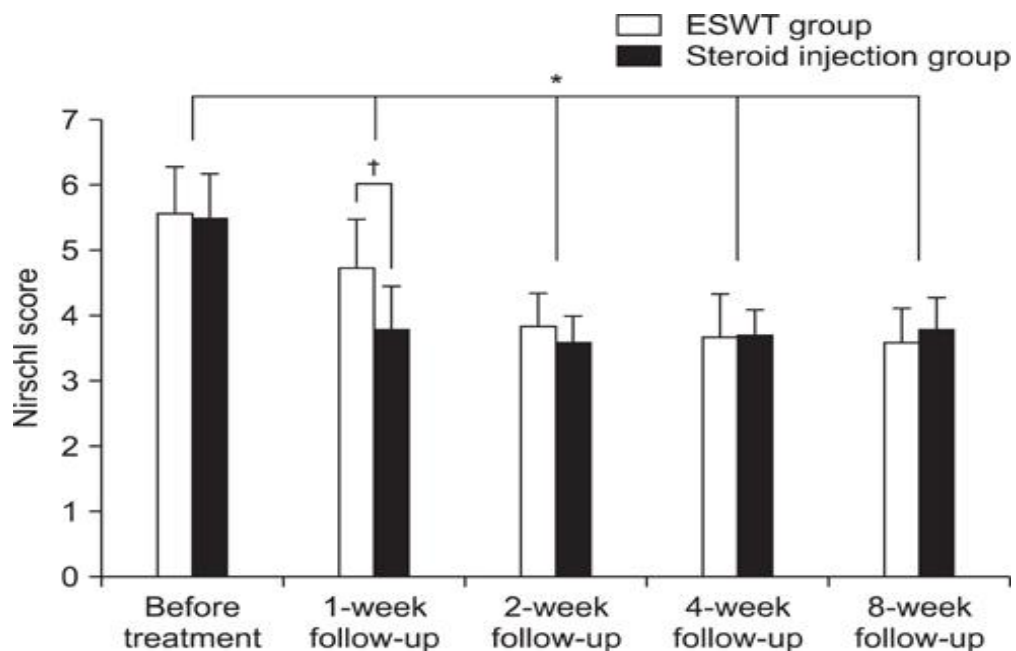
Συμπεράσματα

Αυτή η μελέτη απέδειξε ότι η αρχική εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων ήταν αποτελεσματική για τους ασθενείς που είχαν διαγνωστεί πρόσφατα με έξω ή έσω επικονδυλίτιδα, όμως η αποτελεσματικότητά της ήταν κατώτερη μετά την ολοκλήρωση των θεραπειών απ ότι η θεραπεία με τοπική ένεση στεροειδών. Παρόλα αυτά, η εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων, μπορεί να είναι μια άλλη θεραπευτική επιλογή όταν αντενδείκνυται η τοπική ένεση στεροειδών για τη θεραπεία της έξω ή έσω επικονδυλίτιδας (Seok Lee et al, 2012).

Ο περιορισμός της μελέτης ήταν ότι μόνο 12 ασθενείς έλαβαν εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων και η περίοδος αξιολόγησης ήταν μόλις 8 εβδομάδες, όπου ήταν πολύ σύντομη για να αξιολογήσει τη μακροχρόνια αποτελεσματικότητά της (Seok Lee et al, 2012).



Σύστημα εκατοβάθμιας κλίμακας πριν τη θεραπεία και μετά από την 1^η – 2^η – 4^η – 8^η εβδομάδα



Nirschl score πριν τη θεραπεία και μετά από την 1^η – 2^η – 4^η – 8^η εβδομάδα

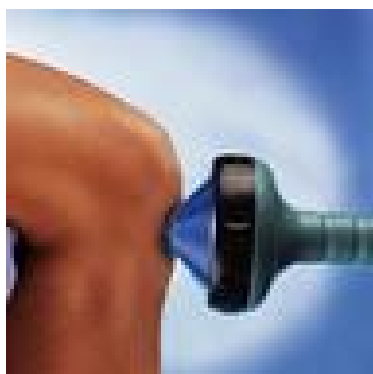
	ESWT (N=12)	ΕΝΕΣΗ (N=10)	P-VALUE
1-Εβδομάδα μετά			0.043
Άριστη-καλή	5(41.7%)	7(70.0%)	
Αποδεκτή-φτωχή	7(58.3%)	3(30.0%)	
8 –Εβδομάδες μετά			0.021
Άριστη-καλή	8(66.7%)	4(40.0%)	
Αποδεκτή-φτωχή	4(33.3%)	6(60.0%)	

Roles and Maudsley Score στην 1^η και 8^η εβδομάδα παρακολούθησης

3.10 ESWT για τενοντοπάθεια: Η τεχνολογία και κλινικές επιπτώσεις και η μελέτη TopGame (η αποτελεσματικότητα της θεραπείας με κρουστικούς υπερήχους σε αθλητές άλματος με τενοντίτιδα επιγονατιδικού)

Η τενοντίτιδα επιγονατιδικού (γόνατο του άλτη) είναι μια κλινική κατάσταση της σταδιακής προοδευτικής δραστηριότητας, που σχετίζεται με τον πόνο στην αρχή του επιγονατιδικού τένοντα. Η παρατεταμένη επαναλαμβανόμενη πίεση των εκτεινόντων του γόνατος μπορεί να οδηγήσει σε αυτή την κοινή τενοντοπάθεια κατάχρησης σε αθλητές διαφορετικών αθλημάτων (Kannus, 1997). Η τενοντίτιδα επιγονατιδικού συμβάλλει συχνά στην απόφαση να εγκαταλειφθεί μια αθλητική καριέρα αλλά και να προκληθούν ήπια, αλλά και μακροχρόνια συμπτώματα μετά από μια αθλητική σταδιοδρομία (Kettunen et al, 2002).

Δεν υπάρχει ομοφωνία σχετικά με το ποια είναι η πλέον κατάλληλη θεραπεία για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού. Αρκετές συντηρητικές μέθοδοι θεραπείας (π.χ. φυσιοθεραπεία, αντιφλεγμονώδη φάρμακα, ανάπαυση, άσκηση) και διαφορετικές χειρουργικές επεμβάσεις για τη θεραπεία της τενοντίτιδας επιγονατιδικού έχουν περιγραφεί (Cook et al, 2001).



Κατά τα τελευταία χρόνια, η ESWT έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία της τενοντίτιδας του επιγονατιδικού. Φαίνεται να είναι μια ασφαλής και πολλά υποσχόμενη θεραπεία (Zwerver et al, 2010).

Η TopGame είναι μια πολυκεντρική, τυχαιοποιημένη, ελεγχόμενη μελέτη, όπου οι συμμετέχοντες και αξιολογητές δεν έχουν επίγνωση στη διαδικασία που θα ακολουθήσει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η μελέτη εξετάζει την αποτελεσματικότητα της ESWT σε αθλητές με τενοντίτιδα επιγονατιδικού, οι οποίοι εξακολουθούν να προπονούνται και

να διαγωνίζονται. Τα κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού της μελέτης TopGame είναι τα ακόλουθα:

Παίκτες του μπάσκετ (άνδρες και γυναίκες), του χάντμπολ και του βόλεϊ, επιλέχθηκαν για την ένταξη, με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Ø Ιστορικό του πόνου στο γόνατο, στον επιγονατιδικό τένοντα ή στην επιγονατίδα ή στην αρχή της κνήμης σχετικά με την προπόνηση και το αγώνισμα
- Ø Συμπτώματα για περισσότερο από τρεις μήνες στην τρέχουσα περίοδο ή στο δεύτερο μισό της προηγούμενης περιόδου
- Ø Ηλικία 18-35 ετών
- Ø Ευαισθησία στην ψηλάφηση στην αντίστοιχη επώδυνη περιοχή
- Ø VISA-P βαθμοί <80. Η VISA-P (Victorian Institute of Sport Assessment) είναι ένα σύντομο ερωτηματολόγιο μέτρησης της σοβαρότητας της τενοντίτιδας επιγονατιδικού με την αξιολόγηση του πόνου, τη λειτουργία και τη δυνατότητα άθλησης (Zwerver et al, 2009)

Οι αθλητές αποκλείονται, αν πάσχουν από οξύ τραυματισμό του επιγονατιδικού τένοντα, αν έχουν χρόνιες παθήσεις των αρθρώσεων ή σημάδια ή συμπτώματα άλλων (συν-) υπαρχόντων παθήσεων του γόνατος. Επίσης, εξαιρούνται οι αθλητές που παίρνουν φάρμακα με πιθανή επίδραση στην τενοντίτιδα επιγονατιδικού κατά το τελευταίο έτος σε καθημερινή βάση ή λάμβαναν αντιπηκτικά φάρμακα ή είχαν υποβληθεί σε χειρουργική επέμβαση στο γόνατο ή τους είχε χορηγηθεί ένεση με κορτικοστεροειδή τους τρεις προηγούμενους μήνες (Zwerver et al, 2009).

Οι αθλητές του βόλεϊ, χάντμπολ και μπάσκετ με τενοντίτιδα επιγονατιδικού κατανεμήθηκαν τυχαία σε μια ομάδα παρέμβασης ή σε μια ομάδα ελέγχου (εικονικά) από έναν ανεξάρτητο στατιστικολόγο. Η κατανομή των ομάδων αποκρύφτηκε από τους αθλητές και τον αξιολογητή καθόλη τη διάρκεια των δοκιμών (Zwerver et al, 2010).

Η θεραπεία έγινε σε τρεις συνεδρίες, με διάστημα μίας εβδομάδας, χρησιμοποιώντας 2000 παλμούς σε συχνότητα 4 Hz. Η πυκνότητα ροής ενέργειας ρυθμίζεται ανάλογα με την ατομική ανεκτικότητα του πόνου μέχρι το μέγιστο δυνατό των 0.58 mJ/mm² (επίπεδο 20) και η θεραπεία άρχισε από το επίπεδο 5 (0,1 mJ/mm²). Ο αθλητής έπρεπε να ενημερωθεί ότι η θεραπεία μπορεί να είναι οδυνηρή, αλλά ότι υπάρχει μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων στην αντίληψη του πόνου. Μετά από κάθε 100 παλμούς ο φυσιοθεραπευτής ρωτούσε τον αθλητή αν αυτός/αυτή μπορεί να ανεχθεί τη θεραπεία. Αν αυτός/αυτή μπορούσε, ο φυσιοθεραπευτής αύξανε την πυκνότητα ροής της ενέργειας κατά ένα επίπεδο, έως το ανώτατο (Zwerver et al, 2010).

Η διαδικασία της θεραπείας για τους αθλητές στην ομάδα ελέγχου είναι σχεδόν η ίδια. Θα πρέπει να χορηγηθεί η ίδια συσκευή. Το τζελ μετάδοσης θα πρέπει να εφαρμοστεί μεταξύ του εστιάζοντος επιθέματος και του δέρματος του ασθενούς αλλά όχι μεταξύ του εφαρμογέα και του εστιάζοντος επιθέματος (Zwerver et al, 2010).

Μετά από την ενημέρωση και τη συγκατάθεση πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω βασικές μετρήσεις:

Η βασική γραμμή του ερωτηματολογίου (δημογραφικές μεταβλητές, πληροφορίες για το ιατρικό ιστορικό, τους τραυματισμούς στο γόνατο και την προηγούμενη ιατρική θεραπεία), το ερωτηματολόγιο VISA-P (μέτρηση της σοβαρότητας της τενοντίτιδας επιγονατιδικού 0-10), ο VAS του πόνου (η αξιολόγηση του πόνου κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής (ADL) σε μια οπτική αναλογική κλίμακα (Visual Analogue Scale-VAS), οι υπέρηχοι και οι παρακολουθήσεις (διεξάγονται σε 1, 12 και 22 εβδομάδες μετά την τελευταία θεραπεία όταν οι αθλητές είναι ακόμη σε αγώνες) (Zwerver et al, 2010).

Σε αντίθεση με πρόσφατες μελέτες, οι οποίες δεν έδειξαν κάποια επίδραση της ESWT στο αρχικό στάδιο της τενοντίτιδας, προκύπτει ότι η ESWT φαίνεται πιο κατάλληλη, εφόσον η

τενοντίτιδα είναι εκφυλιστική και όταν η συντηρητική θεραπεία δεν έχει πετύχει. (Van der Worp et al, 2013).

Ο Bosch et al έδειξαν σε μια μελέτη σε ζώα, ότι τα κύματα έχουν ήδη σημαντικές επιπτώσεις στον υγίη ιστό του τένοντα με ένταση 0,14 mJ / mm. Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι οι τρεις θεραπείες με ESWT των 500 παλμών ήταν πιο αποτελεσματικές από τρεις θεραπείες με 100 παλμούς στην πελματιαία απονευρωσίτιδα. Τρεις μελέτες σύγκρισης της ESWT με ή χωρίς αναισθησία, έδειξαν ότι η θεραπεία χωρίς αναισθησία είναι πιο αποτελεσματική. Δύο μελέτες έδειξαν ότι υπάρχουν καλύτερα αποτελέσματα σε συνδυασμό των ESWT και των εκκεντρικών ασκήσεων, από ό, τι να ναι μόνες τους οι εκκεντρικές ασκήσεις. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα σχετικά με αυτά τα θέματα (Van der Worp et al, 2013).

Κάποιες μη ελεγχόμενες μελέτες με εικονικό φάρμακο υποστηρίζουν ότι η RSWT είναι πιο αποτελεσματική για την τενοντοπάθεια του αχίλλειου, ενώ για τη θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας βρέθηκε μια μικρή διαφορά υπέρ της FSWT καθώς η πελματιαία περιτονία βρίσκεται βαθιά μέσα στο σώμα (σε σύγκριση με άλλους τένοντες). Έτσι μέσω της FSWT τα κύματα που δημιουργούνται, επιτυγχάνουν μέγιστη ενέργεια στο επίκεντρό της. Όμως με βάση την παρούσα κλινική βιβλιογραφία, δεν υπάρχει υπεροχή σε κανέναν από τους δύο τύπους της ESWT, όσον αφορά βέβαια την κλινική αποτελεσματικότητα (Van der Worp et al, 2013).

Συμπεράσματα

Η ESWT φαίνεται να είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος θεραπείας σε ασθενείς με χρόνια τενοντίτιδα επιγονατιδικού. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα της ESWT δεν έχει μελετηθεί σε μεγάλη ομάδα των αθλητών που να συνεχίζουν τη συμμετοχή σε αθλήματα με πρόιμη ή ήπια συμπτωματική τενοντίτιδα. Σύμφωνα λοιπόν με την TopGame μελέτη, έχει προκύψει το συμπέρασμα ότι η ESWT προτιμάται κυρίως μετά από αποτυχία της συντηρητικής θεραπείας. (Zwerver et al, 2010).

Τα στοιχεία για την αποτελεσματικότητα της ESWT για τη θεραπεία της τενοντοπάθειας είναι ασυνεπή, όμως χρησιμοποιείται ευρέως στην αθλητιατρική. Παρόλα αυτά παραμένει αμφίβολο ακόμα εάν η ESWT θα πρέπει να συνιστάται σε όλους τους ασθενείς. Αυτό ισχύει και για τις περισσότερες τενοντοπάθειες για τις οποίες υπάρχουν αντικρουόμενα ευρήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ESWT. Εν κατακλείδι, απαιτείται περαιτέρω έρευνα, ώστε να καθοριστεί η αξία της ESWT για την αντιμετώπιση της τενοντοπάθειας (Van der Worp et al, 2013).

3.11 Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη χρήση κρουστικών υπερήχων σε τενοντίτιδα επιγονατιδικού τένοντα

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, η τενοντοπάθεια επιγονατιδικού που ονομάζεται επίσης «γόνατο του άλτη» είναι ένας χρόνιος τραυματισμός από κατάχρηση του επιγονατιδικού τένοντα που προκαλεί πόνο στον κάτω πόλο της επιγονατίδας. Η συχνότητα είναι ιδιαίτερα υψηλή σε αθλητές. Η αιτιολογία της τενοντοπάθειας της επιγονατίδας δεν

είναι πλήρως κατανοητή, αλλά οι επαναλαμβανόμενες υπερφορτίσεις πιστεύεται ότι είναι ένας σημαντικός παράγοντας (Lian et al, 2005).

Στις σελίδες που ακολουθούν, έχουν συμπεριληφθεί τέσσερις μελέτες που περιγράφουν την αποτελεσματικότητα των κρουστικών υπερήχων για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού, όπου όλα είναι δημοσιευμένα μετά το 2000. Η μέθοδος εφαρμογής και η παραγωγή των κρουστικών κυμάτων, το ενεργειακό επίπεδο, ο αριθμός, η συχνότητα των θεραπειών και η μέθοδος εντοπισμού ήταν μεταβλητά (Lian et al, 2005).

1η μελέτη

Το 2000 ο Vara et al μελέτησαν την αποτελεσματικότητα των διαφόρων επιπέδων ενέργειας κρουστικών κυμάτων για τενοντίτιδα επιγονατιδικού σε 27 ασθενείς. Σε αυτή την προοπτική, τυχαιοποιημένη, απλή «τυφλή» μελέτη, μία ομάδα έλαβε από μία έως πέντε θεραπείες με ενεργειακό επίπεδο των 0,105 - 0,437 mJ/mm². Μία άλλη ομάδα (εικονική) έλαβε μία θεραπεία με ένα ενεργειακό επίπεδο των 0,04 mJ/mm². Οι αξιολογήσεις 2 χρόνια μετά την τελευταία θεραπεία παρουσίασαν βελτίωση κατά 61% στην ομάδα μελέτης για το VAS σκορ, τον πόνο πίεσης και τη λειτουργική βελτίωση. Στην εικονική ομάδα υπήρχε 7,5% βελτίωση, και το 74% και 15% των ασθενών στην ομάδα μελέτης και την εικονική ομάδα, αντίστοιχα έδειξε ότι τα αποτελέσματα ήταν καλά ή ικανοποιητικά. Ένας περιορισμός της μελέτης αυτής, ήταν ότι δεν αποτελούσε μια διπλή-τυφλή μελέτη, οπότε οι ασθενείς είχαν επίγνωση εάν έλαβαν θεραπεία με εικονική ή πραγματική θεραπεία (Lian et al, 2005).

2η μελέτη

Σε μια μη τυχαιοποιημένη, με προοπτική μελέτη το 2002 ο Lohren et al εκτίμησαν την αποτελεσματικότητα της θεραπείας του ακτινικού κρουστικού κύματος (RSWT) για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού σε 45 ασθενείς, που δεν είχαν ανταποκριθεί με επιτυχία σε προηγούμενες συντηρητικές θεραπείες. Η θεραπεία αποτελούταν από τρεις με πέντε συνεδρίες RSWT με ένα ενεργειακό επίπεδο 0,06 - 0,18 mJ/mm². Ο πόνος κατά την ανάπαυση, ο πόνος κατά τη διάρκεια της άσκησης, ο πόνος πίεσης (όλα τα σκορ VAS) και ο χρόνος χωρίς πόνο (min) αξιολογήθηκαν μετά από 1, 4, 12, 26 και 52 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια του 1ου έτους όλες οι βαθμολογίες βελτιώθηκαν σημαντικά. Ένα χρόνο μετά την τελευταία θεραπεία, το 40% των ασθενών με τενοντοπάθεια επιγονατιδικού δεν ένιωσε πόνο, το 24,4% είχε βελτιωθεί και το 36,5% των ασθενών δεν παρουσίασε βελτίωση. Παρά το γεγονός ότι ο Lohrer με τους συνεργάτες του δεν περιέλαβαν μια ομάδα ελέγχου για σκοπούς σύγκρισης, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ακτινικοί κρουστικοί υπέρηχοι έχουν μια θεραπευτική επίδραση στην τενοντίτιδα επιγονατιδικού (Lian et al, 2005).

3η μελέτη

Ο Wang et al αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της θεραπείας με κρουστικά κύματα για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού. Σε μια τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη συνέκριναν μία εστιασμένη θεραπεία ESWT (0,18 mJ/mm²) με τα αποτελέσματα της συντηρητικής θεραπείας. Αυτή η μελέτη αποτελούνταν από 27 ασθενείς (30 τένοντες) στην ομάδα μελέτης και 23 ασθενείς (24 τένοντες) στην ομάδα ελέγχου. Μετά από 1, 3, 6, 12, 24 και 36 μήνες αξιολογήθηκαν τα σκορ VISA και VAS, η λειτουργική βελτίωση και η

υπερηχογραφική εξέταση του επιγονατιδικού τένοντα. Υπήρξε μια σημαντική βελτίωση στους ασθενείς που είχαν υποβληθεί σε θεραπεία με ESWT. Έδειξαν λειτουργική βελτίωση και τόσο το VAS όσο και τα αποτελέσματα του VISA είχαν βελτιωθεί. Η υπερηχογραφική εξέταση αποκάλυψε μια σημαντική αύξηση στην αγγείωση. Δεν υπήρξαν σοβαρές παρενέργειες ή επιπλοκές. Αυτή η μελέτη είχε κάποιους περιορισμούς. Ο αριθμός των ασθενών ήταν μικρός και η διάρκεια της παρακολούθησης ήταν επίσης σχετικά μικρή. Παρά τους περιορισμούς αυτούς το συμπέρασμα ήταν ότι η χρήση κρουστικών υπερήχων ήταν πιο αποτελεσματική και πιο ασφαλής από ότι η συντηρητική θεραπεία για τους ασθενείς με χρόνια τενοντίτιδα επιγονατιδικού (Wang et al, 2007).

4η μελέτη

Το 2003 ο Taunton et al αξιολόγησαν τα αποτελέσματα των κρουστικών κυμάτων για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού. Σε μια τυχαίοποιημένη κλινική μελέτη, 10 ασθενείς στην ομάδα μελέτης έλαβαν από τρεις έως πέντε εστιασμένες θεραπείες ESWT με ενεργειακό επίπεδο των $0,17 \text{ mJ/mm}^2$. Στην ομάδα ελέγχου, 10 ασθενείς υποβλήθηκαν στην ίδια διαδικασία θεραπείας αλλά με ένα απορροφητικό μαξιλάρι μεταξύ του δέρματος και του ανιχνευτή, έτσι ώστε να δοθεί εικονική θεραπεία. Η αξιολόγηση των 12 εβδομάδων μετά την τελευταία θεραπεία περιλαμβάνει ένα ερωτηματολόγιο, το σκορ VISA και τη δοκιμή κάθετου άλματος. Το σκορ VISA και η δοκιμή του άλματος βελτιώθηκαν σημαντικά στην ομάδα μελέτης. Ένας περιορισμός αυτής της μελέτης ήταν ότι κανένα σκορ VAS δε χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση, ακόμα κι αν ήταν ένας χρήσιμος δείκτης της ανακούφισης από τον πόνο. Επίσης, σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένας σύντομος χρόνος παρακολούθησης και ο αριθμός των ασθενών ήταν μόνο 20. Ο Taunton et al συμπέραναν, ότι η θεραπεία των κρουστικών υπερήχων θα μπορούσε να είναι άξια ως επιπρόσθετη θεραπεία σε άλλες συντηρητικές θεραπείες όπως στην έκκεντρη προπόνηση (Taunton et al, 2003)

Συμπεράσματα

Η χρήση κρουστικών υπερήχων φαίνεται να είναι μια ασφαλής και πολλά υποσχόμενη θεραπεία για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού με θετική επίδραση στον πόνο και στη λειτουργικότητα. Με βάση τις τρέχουσες γνώσεις είναι αδύνατο να συστήσει κανείς ένα ειδικό πρωτόκολλο θεραπείας. Είναι απαραίτητη η περαιτέρω έρευνα για τον εργασιακό μηχανισμό και την αποτελεσματικότητα της ESWT για την τενοντίτιδα επιγονατιδικού (Lian et al, 2005).

3.12 Δράση του κρουστικού υπερήχου στον αχίλλειο τένοντα των κουνελιών

Κατά τα τελευταία 10 έτη έχουν υπάρξει έρευνες, όπου υποστηρίζουν τη θετική επίδραση του κρουστικού υπερήχου στη θεραπεία ψευδάρθρωσης και στη τενοντοπάθεια του αγκώνα. Ο Haupt αναφέρει τη χρησιμότητα των κρουστικών κυμάτων, τόσο στην απομάκρυνση του τσιμέντου, όσο και στη θεραπεία της νέκρωσης του ισχίου. Η υψηλή ενέργεια των

κρουστικών κυμάτων με ενεργειακή πυκνότητα ροής από $0,2\text{mj/mm}^2$ επάγει τις καταθέσεις ασβεστίου ή ενισχύει την ανάπτυξη του νέου οστού (Dirk Rompe, 2002).

Κάποιες επιβλαβείς επιπτώσεις που έχουν εντοπιστεί με τη χρήση του κρουστικού υπερήχου είναι οι κυψελιδικοί τραυματισμοί σε μακροπρόθεσμη βάση, η ηπατική νέκρωση ή τα αιματώματα. Δεν έχει διερευνηθεί ακόμα η ιστοπαθολογική συσχέτιση των κρουστικών κυμάτων για το τένοντα και για τους τενόντιους ιστούς. Οπότε ο σκοπός της μελέτης αυτής είναι η πειραματική αξιολόγηση του κρουστικού υπερήχου στο κατά πόσο είναι επιβλαβής στους τένοντες και στο γειτονικό ιστό (Dirk Rompe, 2002).

Στην έρευνα πήραν μέρος 42 κουνέλια, δηλαδή 84 αχίλλειοι τένοντες, εκ των οποίων έγινε χωρισμός σε τέσσερα πρωτόκολλα θεραπείας: η ομάδα I με ενεργειακή πυκνότητα ροής των $0,08\text{mj/mm}^2$ (χαμηλής ενέργειας) και 1000 παλμούς κρουστικού κύματος, η ομάδα II με ενεργειακή πυκνότητα ροής των $0,28\text{mj/mm}^2$ (μεσαίας ενέργειας) και 1000 παλμούς κρουστικού κύματος, η ομάδα III με ενεργειακή πυκνότητα ροής των $0,60\text{mj/mm}^2$ (υψηλής ενέργειας) και 1000 παλμούς και τέλος η ομάδα IV με εικονική θεραπεία(ομάδα ελέγχου) (Dirk Rompe, 2002).

Πριν τη θεραπεία χορηγήθηκε στα κουνέλια μια ενδομυϊκή ένεση κεταμίνης και θειϊκής ατροπίνης, όπου ακολουθήθηκε από ενδοφλέβια αναισθησία. Στη συνέχεια, το οπίσθιο μέρος του σκέλους ξυρίστηκε και παρέμεινε σε ουδέτερη θέση. Με τη βοήθεια ενός τζελ ως μέσο επαφής μεταξύ του κυλίνδρου και του δέρματος, χορηγήθηκαν 1000 παλμοί κρουστικού κύματος και η διαδικασία διήρκησε περίπου 20-42 λεπτά. Παρατηρήθηκαν διαβρώσεις του δέρματος. Έπειτα αξιολογήθηκε η λειτουργία της κάμψης και της έκτασης του αστραγάλου. Μετά το θάνατο των πειραματόζωων έγινε μια ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση του τένοντα ως προς το πάχος, το βαθμό της ίνωσης, το βαθμό του οιδήματος και τις τριχοειδείς αλλαγές (Dirk Rompe, 2002).

Στην ομάδα I και II εντοπίστηκαν οριστικές αλλαγές με ποσοστό λιγότερο από 20%. Σε μόνο μερικές περιπτώσεις βρέθηκε αύξηση του τένοντα με διάμετρο μεγαλύτερη από 1mm, παρόλα αυτά δεν εντοπίστηκαν σημαντικές μορφολογικές αλλοιώσεις. Δεν υπήρχε στατιστική διαφορά μεταξύ αυτών των δύο ομάδων. Στην ομάδα III παρατηρήθηκε αύξηση της διαμέτρου σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά 1mm περισσότερο ανά ημέρα. Μετά όμως από 28 ημέρες η αλλαγή αυτή μειώθηκε σημαντικά (Dirk Rompe, 2002).

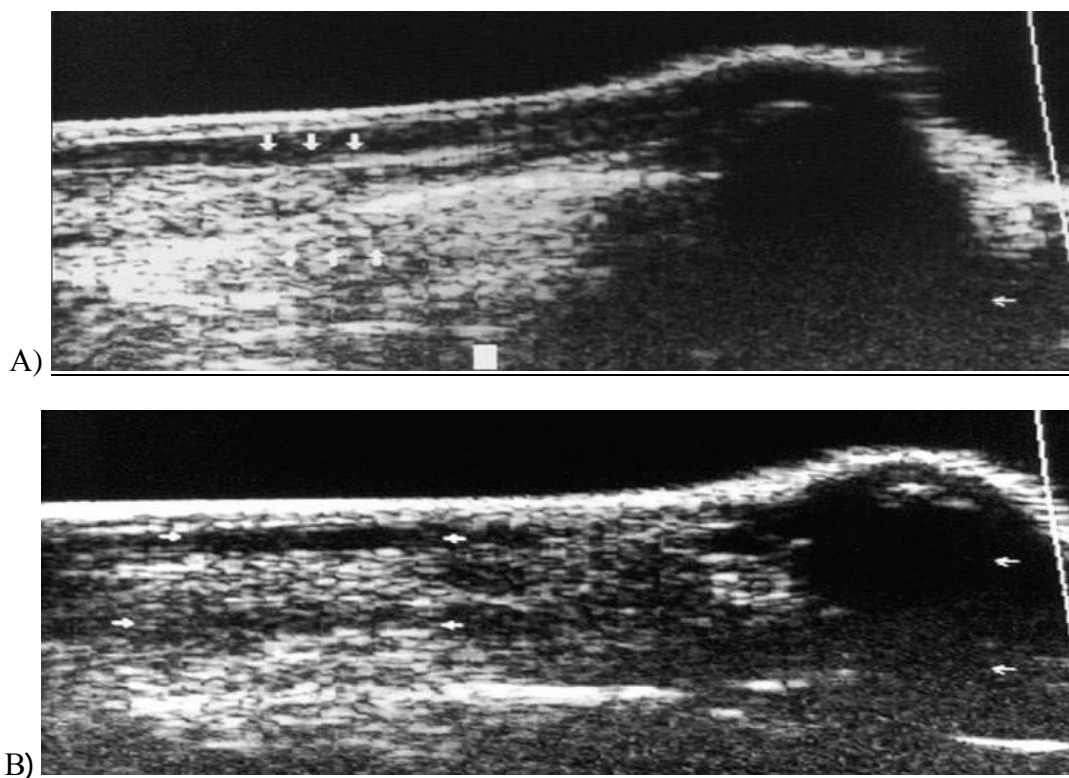
Συνοψίζοντας δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας I και II. Η ομάδα III διέφερε σημαντικά την 1^η, 3^η, 7^η ημέρα μετά από θεραπεία του κρουστικού υπερήχου. Εν αντιθέσει, δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων μετά από παρακολούθηση 14 ή 28 ημερών (Dirk Rompe, 2002).

Στην ομάδα I, η οποία έλαβε θεραπεία χαμηλής ενέργειας, δεν υπήρξε κανένα σημάδι φλεγμονής αλλά μια φυσιολογική ιστολογική εμφάνιση των τενόντων και μια ομογενή χρώση των δεσμίδων του κολλαγόνου, όπως συνέβη και στην ομάδα IV. Μετά από θεραπεία μεσαίας ενέργειας(ομάδα II) παρατηρήθηκαν αλλαγές στη πάχυνση του τένοντα και διαστολή των τριχοειδών αγγείων. Μετά από χορήγηση υψηλής ενέργειας(ομάδα III) παρατηρήθηκαν επίσης αλλαγές. (Dirk Rompe, 2002).

Μετά την 1^η μέρα χορήγησης της μεσαίας ενέργειας(ομάδα II), εμφανίστηκε φλεγμονώδης αντίδραση, με αύξηση του αριθμού των πολυμορφοπυρήνων των κοκκιοκυτάρων, καθώς και εξαγγείωση των ερυθροκυττάρων. Μετά την 7^η ημέρα έγινε μείωση της φλεγμονώδους αντίδρασης και προέκυψε μια ινώδης πάχυνση του τένοντα. Όμως η διάρθρωση ήταν ακέραια. Μετά την 14^η και 28^η ημέρα εμφανίστηκαν ως επί το πλείστον φυσιολογικά

ευρήματα. Στην ομάδα III ($0,60\text{mJ/mm}^2$) εμφανίστηκε μεγάλη εξαγγείωση των ερυθροκυττάρων λόγω αναστάτωσης των τριχοειδών. Ο τένοντας έγινε οίδηματώδης και πηκτός, όμως δεν υπήρξε αιμορραγία στο υποδόριο. Κατά την 7^η μέρα οι ίνες των τενόντων είχαν πρηστεί και υπήρξε νέκρωση σε εκτεταμένες περιοχές ενώ την 14^η ημέρα οι ινοβλάστες πολλαπλασιάστηκαν. Την 28^η ημέρα υπήρξε βλάβη των ινοβλαστών, με αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή γλυκοζαμινογλυκανών ή τη μείωση του μεταβολισμού. Δεν υπήρξαν όμως σημάδια φλεγμονώδους αντίδρασης σε αυτό το χρονικό διάστημα (Dirk Rompe, 2002).

Για να μην εμφανιστούν έντονες βλάβες στους τένοντες και στους παρακείμενους ιστούς, πρέπει η ενεργειακή πυκνότητα ροής να είναι έως $0,28\text{ mJ/mm}^2$ (μεσαίας ενέργειας). Επομένως, μέχρι την εξαγωγή νέων ερευνών δεν συνιστάται η θεραπεία κρουστικού υπερήχου υψηλής ενέργειας αλλά μεσαίας ενέργειας(ομάδα II), λόγω φόβου ρήξης σε ήδη κατεστραμμένους τένοντες (Dirk Rompe, 2002). Πρέπει να γίνει σαφές ότι τα αποτελέσματα των μοντέλων-ζώων και τα επίπεδα της ενέργειάς τους, δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με αυτά του ανθρώπου. Ο Rompe et al έκαναν σύγκριση σε 25 ασθενείς, οι οποίοι είχαν λάβει θεραπεία έκκεντρων διατάσεων και κρουστικούς υπερήχους. Με την μελέτη αυτή απεδείχθη, ότι ο κρουστικός υπερήχος είχε πιο ευεργετικά αποτελέσματα για την θεραπεία του αχίλλειου (Császár et al, 2013).



ΕΙΚΟΝΑ 7: A Ένα κανονικό υπερηχογράφημα μιας εικόνας του αχίλλειου τένοντα ενός κουνελιού πριν τη θεραπεία (κατά μήκος τομή) A-P διάμετρος 3,0 χιλιοστά. B: 1^η ημέρα μετά από υψηλής ενέργειας θεραπεία κρουστικού υπερήχου. Αυξημένη διάμετρος του τένοντα, συσσώρευση υγρού(βέλη). A-P διάμετρος 4,3 χιλιοστά (Dirk Rompe, 2002).

3.13 Σύγκριση των ακτινικών κρουστικών κυμάτων και της συμβατικής φυσικοθεραπείας για τη θεραπεία της πελματιαίας απονευρωσίτιδας

Η πελματιαία απονευρωσίτιδα είναι μια εκφυλιστική ανωμαλία της πελματιαίας περιτονίας που επηρεάζει ως και το 10% του πληθυσμού (Roxas, 2005). Η βράχυνση που προκαλείται από τις αλλαγές στο κολλαγόνο της πελματιαίας περιτονίας είναι η παθοφυσιολογική βάση αυτής της νόσου, η οποία εξελίσσεται και περιλαμβάνει τον πόνο και τις αλλαγές στο βηματισμό (Ogden et al, 2001). Η πελματιαία περιτονία είναι μία από τις σημαντικότερες στατικές δομές που υποστηρίζουν το έσω επιμήκες τόξο. Οι γυναίκες προσβάλλονται συχνότερα από ότι οι άντρες. Η ασθένεια σχετίζεται με την παχυσαρκία και την κλιμακτήριο. Η εμφάνιση της πελματιαίας απονευρωσίτιδας σχετίζεται με τις επαγγελματικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες που απαιτούν τη στήριξη του βάρους του σώματος και δε σχετίζονται με την απώλεια της δύναμης, την τροφικότητα των μυών ή το εύρος κίνησης της άρθρωσης (ROM). Η εργασία του 63% των ασθενών ήταν σε όρθια θέση (νοσοκόμες, καθαρίστριες, φύλακες) δείχνοντας έτσι τη σημασία των μηχανικών παραγόντων στην αιτιοπαθογένεια της νόσου αυτής. Κανένας από τους ασθενείς αυτής της μελέτης δεν παρουσίασε απώλεια δύναμης ή μείωση ROM. Στη χρόνια πελματιαία απονευρωσίτιδα (τα συμπτώματα διαρκούν περισσότερο από 3 μήνες) η θεραπεία των κρουστικών υπερήχων φαίνεται να ανταποκρίνεται καλύτερα από ότι στην οξεία μορφή (συμπτώματα διάρκειας λιγότερο των 3 μηνών) (Greve et al, 2009).

Η προτεινόμενη θεραπεία είναι η φυσικοθεραπεία με σκοπό την καταστολή του πόνου και την αποκατάσταση «λειτουργίας» της πελματιαίας περιτονίας για τη βελτίωση της βάδισης. Η χρήση των απλών υπερήχων για την προώθηση της αναλγησίας που σχετίζεται με τη διάταση της πελματιαίας περιτονίας και των οπίσθιων μυών του ποδιού είναι από τις πιο συχνά αναφερόμενες θεραπευτικές εναλλακτικές λύσεις (Roxas, 2005). Η θεραπεία της πελματιαίας περιτονίας με τη χρήση εστιακών και ακτινωτών κρουστικών υπερήχων έχει δείξει ικανοποιητικά αποτελέσματα στη μείωση του πόνου και στη βελτίωση της λειτουργικότητας έχοντας μικρό αριθμό εφαρμογών (3 έως 6). Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο συντηρητικών θεραπειών για την πελματιαία απονευρωσίτιδα (Greve et al, 2009).

Πρόκειται για μια τυχαίοποιημένη και συγκριτική κλινική μελέτη. Το δείγμα αποτελείται από 32 ασθενείς με πελματιαία απονευρωσίτιδα που λαμβάνουν αγωγή και η διάγνωση έγινε μέσω φυσικής εξέτασης και υπερηχογραφήματος. Τα κριτήρια ένταξης ήταν:

- Ø Διάγνωση πελματιαίας απονευρωσίτιδας με την πελματιαία περιτονία σε πάχος πάνω από 4 mm όπως αξιολογήθηκε από το υπερηχογράφημα
- Ø Ηλικία μεταξύ 20 έως 68 ετών
- Ø Εγγράμματοι
- Ø Επώδυνα συμπτώματα με διάρκεια από 3 μήνες και πάνω
- Ø Απουσία χρήσης βηματοδότη καρδιάς
- Ø Μη χρήση αντιπηκτικών και απουσία ασθένειας που προκαλεί πήξη του αίματος
- Ø Απουσία άλλων μυοσκελετικών διαταραχών οποιασδήποτε αιτιολογίας με κλινικές εκδηλώσεις στα κάτω άκρα ή τη σπονδυλική στήλη
- Ø Απουσία κεντρικής ή περιφερικής νευροπάθειας οποιασδήποτε αιτιολογίας
- Ø Απουσία συστηματικής φλεγμονώδους νόσου
- Ø Απουσία σχετιζόμενων μεταβολικών ή ενδοκρινικών παθήσεων
- Ø Απουσία ψυχιατρικών διαταραχών

Ø Δυνατότητα επίσκεψης στο νοσοκομείο για θεραπεία και αξιολόγηση(Greve et al, 2009).

Αφού είχε γίνει η επιλογή των ασθενών, αυτοί χωρίστηκαν σε 2 ομάδες των 16 ατόμων μετά από τυχαία επιλογή.

•Ομάδα 1- συμβατική φυσικοθεραπεία: οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε θεραπεία με απλό υπέρηχο συχνότητας 1,0 Hz και έντασης 1,2 watt/cm². Πραγματοποιήθηκαν 10 συνεδρίες με συχνότητα 2 φορές τη βδομάδα. Όλοι οι ασθενείς εκτελούσαν ασκήσεις μετά την εφαρμογή των υπερήχων για διάταση των οπίσθιων μυών των ποδιών και για ενδυνάμωση του πρόσθιου κνημιαίου. Παρακολούθηθηκαν και δέχθηκαν οδηγίες από τον ίδιο φυσικοθεραπευτή σε όλες τις συνεδρίες. Έλαβαν συμβουλές για την εκτέλεση ενεργητικής διάτασης του γαστροκνημίου και της πελματιαίας περιτονίας στο σπίτι.

•Ομάδα 2- θεραπεία με ακτινωτούς κρουστικούς υπερήχους: οι ασθενείς αυτοί δέχτηκαν θεραπεία με εφαρμογές ακτινωτών κρουστικών κυμάτων που εφαρμόστηκαν όλες από τον ίδιο γιατρό. Χρησιμοποιήθηκε ο ελβετικός εξοπλισμός clast dolor με απλικατέρ. Εφαρμόστηκαν 2000 παλμοί με συχνότητα 6 Hz και πίεση 3MPa. Οι συνεδρίες γίνονταν εβδομαδιαίως και για 3 συνολικά εβδομάδες. Όλοι οι ασθενείς έλαβαν συμβουλές για την εκτέλεση ενεργητικής διάτασης του γαστροκνημίου και της πελματιαίας περιτονίας στο σπίτι (Greve et al, 2009).

Οι αξιολογήσεις αποτελούνταν από:

- Ø Αξιολόγηση του πόνου
- Ø Περιοδικότητα του πόνου, δηλαδή ο αριθμός των φορών που οι ασθενείς παρουσίαζαν πόνο στη διάρκεια της εβδομάδας
- Ø Η διάρκεια του πόνου, δηλαδή ο αριθμός των ωρών ανά ημέρα με πόνο
- Ø Οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) αξιολόγησης του πόνου το πρωί, του πόνου στο βάδισμα και του ορθοστατικού πόνου
- Ø Χρήση αλγομέτρου του Fisher για την ποσοτικοποίηση της επώδυνης πίεσης της πελματιαίας περιτονίας στη φτέρνα και το γαστροκνήμιο
- Ø Χρήση αναλγητικών κατά τη διάρκεια της θεραπείας(Greve et al, 2009).

Συμπεράσματα

Δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των 2 ομάδων όσον αφορά το φύλλο, την ηλικία, τη σωματική δραστηριότητα, την εθνικότητα, την πάσχουσα πλευρά ή τον δείκτη μάζας σώματος (BMI). Οι αμφοτέρες ομάδες έδειξαν βελτίωση των συμπτωμάτων του πόνου, συμπεριλαμβανομένου του μειωμένου αριθμού των επεισοδίων του πόνου τη βδομάδα (πίνακας 1) και τις ώρες του πόνου ημερησίως (πίνακας 2). Υπήρξε μείωση στην ένταση του πρωινού πόνου (πίνακας 3), του γενικού πόνου (πίνακας 4) και του πόνου στην ορθοστατική θέση (πίνακας 5) όπως αξιολογήθηκαν από τη VAS. Υπήρξε μείωση στην ένταση του πόνου στη φτέρνα (πίνακας 6) και στο γαστροκνήμιο (πίνακας 6) όπως μετρήθηκαν με το αλγόμετρο Fisher. Οι περισσότεροι ασθενείς μείωσαν την λήψη αναλγητικών από την τελική αξιολόγηση έως 3 μήνες μετά τη θεραπεία (πίνακας 7). Στατιστικά δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων σε οποιαδήποτε από τις παραμέτρους που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση (Greve et al, 2009).

Πίνακας 1 -

Εβδομαδιαία περιοδικότητα των συμπτωμάτων του πόνου στην ομάδα 1 (συμβατική φυσικοθεραπεία) και στην ομάδα 2 (φυσιοθεραπεία με κρουστικούς υπερήχους) πριν από τη θεραπεία, αμέσως μετά, και τρεις μήνες αργότερα

Εβδομαδιαία συχνότητα του πόνου	Ομάδα 1			Ομάδα 2		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Χωρίς πόνο	0 (0%)	5 (31%)	7 (44%)	0 (0%)	6 (37%)	6 (37%)
Πόνος μία φορά την εβδομάδα	0 (0%)	2, (13%)	3 (19%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6%)
Πόνος δύο ή περισσότερες φορές την εβδομάδα	16 (100%)	9 (56%)	6 (37%)	16 (100%)	10 (63%)	9 (56%)
p^*		0.001			0.008	

Πίνακας 2 -

Αριθμός ωρών του πόνου ημερησίως στις Ομάδες 1 και 2 πριν και μετά τη θεραπεία

Αριθμός ωρών του πόνου την ημέρα	Ομάδα 1			Ομάδα 2		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Μηδέν ώρες	0 (0%)	6 (37%)	8 (50%)	0 (0%)	6 (37%)	7 (44%)
Λιγότερο από 4 ώρες	7 (44%)	8 (50%)	7 (44%)	8 (50%)	9 (56%)	8 (50%)
Τουλάχιστον τέσσερις ώρες	9 (56%)	2, (13%)	1 (6%)	8 (50%)	1 (6%)	1 (6%)
p [*]		0.000			0.001	

Πίνακας 3 -

Ασθενής κατανομή σύμφωνα με την ένταση του πρωινού πόνου στην οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) στις Ομάδες 1 και 2 πριν και μετά τη θεραπεία

VAS	Ομάδα 1			Ομάδα 2		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Καλή (0-1)	0 (0%)	7 (44%)	9 (56%)	1 (6%)	7 (44%)	10 (62%)
Τακτική (2-5)	1 (6%)	5 (31%)	5 (31%)	3 (19%)	4 (25%)	4 (25%)
Κακή (6- 10)	15 (94%)	4 (25%)	2, (13%)	12 (75%)	5 (31%)	2, (13%)
p^*		0.000			0.000	

Πίνακας 4 -

Ασθενής κατανομή σύμφωνα με την ένταση του πόνου βάδισης στην οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) στις Ομάδες 1 και 2 πριν και μετά τη θεραπεία

VAS	Ομάδα 1			Ομάδα 2		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Καλή (0-1)	2, (13%)	10 (62%)	11 (69%)	2, (13%)	8 (50%)	10 (62%)
Τακτική (2-5)	3 (19%)	3 (19%)	3 (19%)	2, (13%)	3 (19%)	3 (19%)
Κακή (6-10)	11 (69%)	3 (19%)	2, (13%)	12 (75%)	5 (31%)	3 (19%)
p[*]		0.002			0.001	

Πίνακας 5 -

Ασθενής κατανομή σύμφωνα με την ένταση του ορθοστατικού πόνου στην οπτική αναλογική κλίμακα (VAS) στις Ομάδες 1 και 2 πριν και μετά τη θεραπεία

VAS	Ομάδα 1			Ομάδα 2		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Καλή (0-1)	2, (13%)	6 (37%)	8 (50%)	1 (6%)	7 (44%)	8 (50%)
Τακτική (2-5)	2, (13%)	6 (37%)	5 (31%)	2, (13%)	3 (19%)	5 (31%)
Κακή (6- 10)	12 (75%)	4 (25%)	3 (19%)	13 (81%)	6 (37%)	3 (19%)
p[*]		0.003			0.000	

Πίνακας 6 -

Ασθενής κατανομή ανάλογα με την ένταση του πόνου στην πτέρνα σύμφωνα με το αλγόμετρο Fischer στην Ομάδα 1 (συμβατική φυσικοθεραπεία) και την Ομάδα 2 (φυσιοθεραπεία με κρουστικούς υπερήχους) πριν από τη θεραπεία, αμέσως μετά, και τρεις μήνες αργότερα

Αλγόμετρο Fisher (πτέρνα)	Ομάδα 1 (θεραπεία σε 24 πτέρνες)			Ομάδα 2 (θεραπεία σε 24 πτέρνες)		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Έως και 4 kg (πολύ κακή)	5 (21%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (23%)	1 (4%)	0 (0%)
> 4-6 kg (κακή)	8 (33%)	1 (4%)	0 (0%)	11 (42%)	0 (0%)	0 (0%)
> 6-8 kg (κανονική)	9 (38%)	5 (21%)	2 (8%)	6 (23%)	4 (15%)	0 (0%)
> 8-10 kg (καλή)	2 (8%)	8 (33%)	1 (4%)	3 (12%)	6 (23%)	5 (19%)
Χωρίς πόνο	0 (0%)	10 (42%)	21 (88%)	0 (0%)	15 (58%)	21 (81%)
p*	0.000			0.000		

Πίνακας 7 -

Ασθενής κατανομή σύμφωνα με την ένταση του πόνου στο γαστροκνήμιο σύμφωνα με το αλγόμετρο Fischer στις Ομάδες 1 και 2, πριν και μετά την αγωγή

Αλγόμετρο Fisher (γαστροκνήμιο)	Ομάδα 1 (θεραπεία σε 24 πτέρνες)			Ομάδα 2 (θεραπεία σε 24 πτέρνες)		
	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3	Αξιολόγηση 1	Αξιολόγηση 2	Αξιολόγηση 3
Έως και 4 kg (πολύ κακή)	9 (38%)	2 (8%)	2 (8%)	13 (50%)	4 (15%)	4 (15%)
> 4-6 kg (κακή)	2 (8%)	4 (17%)	3 (13%)	4 (15%)	3 (12%)	6 (23%)
> 6-8 kg (κανονική)	0 (0%)	1 (4%)	2 (8%)	0 (0%)	1 (4%)	3 (12%)
> 8-10 kg (καλή)	0 (0%)	2 (8%)	2 (8%)	0 (0%)	1 (4%)	0 (0%)
Χωρίς πόνο	13 (54%)	15 (63%)	15 (63%)	9 (35%)	17 (65%)	13 (50%)
p *		0.000			0.000	

Στο δείγμα αυτής της μελέτης πληθυσμού περιλαμβάνονται μόνο χρόνιες περιπτώσεις πελματιαίας απονευρωσίτιδας. (Greve et al, 2009). Η θεραπεία των ακτινικών κρουστικών κυμάτων έχει καλά αποτελέσματα χωρίς παρενέργειες αλλά είναι μια σχετικά νέα τεχνολογία με υψηλό κόστος και χρειάζεται να αξιολογηθεί συγκριτικά με άλλους τύπου συντηρητικές θεραπείες (Gerdesmeyer et al, 2003). Στην παρούσα μελέτη δεν υπήρξαν επιπλοκές από τη χρήση των ακτινικών κρουστικών κυμάτων. (Greve et al, 2009).

Τρεις μήνες μετά τη θεραπεία οι ασθενείς και των 2 ομάδων παρουσίασαν μείωση του πρωινού πόνου, του πόνου κατά τη βάρδιση και του ορθοστατικού πόνου, μειωμένη διάρκεια του πόνου(ώρες/ημέρα) και της περιοδικότητας, μείωση στον αριθμό των κρίσεων την εβδομάδα καθώς και μειωμένη χρήση αναλγητικών. Δεν υπήρχε διαφορά στην αποτελεσματικότητα των 2 μεθόδων αλλά η θεραπεία με τους κρουστικούς υπερήχους ανακούφιζε ταχύτερα τον πόνο. Για να είναι πιο αποτελεσματική η θεραπεία με κρουστικούς υπερήχους και μεγαλύτερη σε διάρκεια πρέπει να υπάρχει ταυτόχρονα χρήση πάτων για απορρόφηση των κραδασμών καθώς και αλλαγές στη χρήση υποδημάτων, στην απώλεια βάρους, περιορισμός σχετικά με το τρέξιμο ή το περπάτημα μεγάλων αποστάσεων καθώς και διατάσεις του γαστροκνημίου και της πελματιαίας περιτονίας (Buchbinder et al, 2002)

Οι 2 θεραπείες ήταν αποτελεσματικές για τη μείωση του πόνου και της δυσλειτουργία στους ασθενείς με πελματιαία απονευρωσίτιδα για τουλάχιστον έως και 3 μήνες μετά τη θεραπεία. Η θεραπεία με τους κρουστικούς υπερήχους δεν ήταν πιο αποτελεσματική από τη συμβατική φυσικοθεραπεία όταν αξιολογήθηκε 3 μήνες μετά το τέλος της θεραπείας.(Greve et al, 2009).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εξωσωματική θεραπεία κρουστικών κυμάτων(ESWT) αποτελεί μια ενδιαφέρουσα και πολλά υποσχόμενη θεραπευτική μέθοδο τα τελευταία χρόνια. Οι κύριοι τύποι της είναι η εστιασμένη θεραπεία(FSWT) και η ακτινική θεραπεία(RSWT). Η εστιασμένη θεραπεία συμπεριλαμβάνει τρεις μεθόδους, την ηλεκτροδραυλική, την ηλεκτρομαγνητική και την πιεζοηλεκτρική μέθοδο. Μέχρι σήμερα, δεν έχει διευκρινιστεί ακόμα ποια χαρακτηριστικά των κρουστικών κυμάτων βοηθούν στην κλινική αποτελεσματικότητα σε σχέση με την ακτινική και την εστιασμένη θεραπεία. Ο κρουστικός υπέρηχος χρησιμοποιείται για διάφορες εφαρμογές στην γενική ιατρική, καθώς και ως μέσο αποκατάστασης στην αντιμετώπιση μυοσκελετικών διαταραχών.

Στην ιατρική, ο κρουστικός υπέρηχος μέσω της διαδικασίας της λιθοτριψίας βοηθά στην αντιμετώπιση της χρόνιας παγκρεατίτιδας, αφού προκαλεί ανακούφιση στην κύρια απόφραξη του παγκρεατικού αγωγού και μακροχρόνια απαλλαγή από το πόνο, με συνδυασμό όμως την ενδοσκοπική θεραπεία για την λήψη καλύτερων κλινικών αποτελεσμάτων. Η εξωσωματική λιθοτριψία εμφανίζει περιορισμένες δυνατότητες σε σύγκριση με την ουρητηροσκόπηση (URS), όσον αφορά τη θεραπεία του περιφερικού ουρητήρα. Η καρδιακή εξωσωματική θεραπεία (ECSW) με κρουστικό κύμα χαμηλής ενέργειας αποτελεί όμως έναν ασφαλή και αποτελεσματικό τρόπο για την ενεργοποίηση των καρδιακών βλαστοκυττάρων και την αναγέννηση του μυοκαρδίου.

Σε μυοσκελετικές διαταραχές η ESWT έχει ευρεία χρήση, ιδιαίτερα στην αντιμετώπιση της τενοντοπάθειας. Συγκεκριμένα, η ESWT εμφανίζει θεραπευτικό όφελος προς τη διαχείριση της έξω επικονδυλίτιδας και χρησιμοποιείται κυρίως όταν αντενδείκνυται η τοπική ένεση στεροειδών. Επιπλέον, αποτελεί μια ασφαλή και υποσχόμενη θεραπεία με ευεργετικά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της τενοντίτιδας του επιγονατιδικού και του αχίλλειου τένοντα (μεσαίας ενέργειας). Όσον αφορά την οστεοαρθρίτιδα, η ESWT προστατεύει την αποικοδόμηση του αρθρικού χόνδρου και βελτιώνει την υποχόνδρια οστική ανακατασκευή. Εν συνεχεία, ο κρουστικός υπέρηχος μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο διάγνωσης και θεραπείας στο μυοπεριτονιακό σύνδρομο του πόνου και να χαρακτηριστεί ως δοσοεξαρτώμενος ή χρονοεξαρτώμενος. Παρόλα αυτά, οι μελέτες και οι έρευνες έχουν κυμανθεί σε περιορισμένο αριθμό και απαιτούνται περαιτέρω έρευνες ως προς την αποτελεσματικότητα του κρουστικού υπερήχου.

Συνοψίζοντας, η χρήση του κρουστικού υπερήχου διευρύνεται χάρις στην ευεργετική του επίδραση, τόσο στην γενική ιατρική, όσο και σε μυοσκελετικές διαταραχές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Anne Shumway-Cook, Marjorie H. Woollacott (1995) Κινητικός Έλεγχος Θεωρία και Πρακτικές Εφαρμογές. Μετάφραση-Επιμέλεια από Αθανασιάδης Σ., Κάνδραλη Ιφ. Θεσσαλονίκη: Ιατρικές Εκδόσεις Σιώκης
2. Jan-Dirk Rompe (2002) *Shock Wave Applications in Musculoskeletal Disorders*. Germany: Thieme

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. Blaine TA, Kim YS, Voloshin I, Chen D, Murakami K, Chang SS, Winchester R, Lee FY, O'keefe RJ, Bigliani LU (2005) The molecular pathophysiology of subacromial bursitis in rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg.* 14(1 Suppl S):84S-89S
2. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabakaran V, Forbes A. (2002) Ultrasound-guided extracorporeal shockwave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *JAMA.* 288:1364–1372
3. Ching-Jen Wang, Shan-Ling Hsu¹, Lin-Hsiu Weng¹, Yi-Chih Sun² and Feng-Sheng Wang (2013) Extracorporeal shockwave therapy shows a number of treatment related chondroprotective effect in osteoarthritis of the knee in rats? *BMC Musculoskeletal Disorders*,14: 44.
4. Ching-Jen Wang, Jih-Yang Ko, Yi-Sheng Chan, Lin-Hsiu Weng and Shan-Lin Hsu (2007) Extracorporeal shockwave for chronic patellar tendinopathy? *The American journal of sports medicine*, 35(6):972-978
5. Császár and Schmitz (2013) Extracorporeal shock wave therapy in musculoskeletal disorders? *Journal of Orthopedic Surgery and Research*, 8:22
6. Cook JL, Khan KM. (2001) What is the most appropriate treatment for patellar tendinopathy? *British Journal of Sports Medicine*, 35(5): 291-294
7. Di Meglio, F., Nurzynska, D., Castaldo, C., Miraglia, R., Romano, V., De Angelis, A., Piegari, E., Russo, S. and Montagnani, S. (2012) Cardiac shock wave therapy: assessment of safety and new insights into mechanisms of tissue regeneration? *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 16: 936–942
8. E Hay, E Thomas, S Paterson, K Dziedzic, P Croft. (2003) A pragmatic randomised controlled trial of local corticosteroid injection and physiotherapy for the treatment of new episodes of unilateral shoulder pain in primary care? *Annals of the Rheumatic Diseases*, 62(5): 394–399
9. Faber E, Kuiper JJ, Burdorf A, Miedema HS, Verhaar JA. (2006) Treatment of impingement syndrome: a systematic review of the effects on functional limitations and return to work. *J Occup Rehabil.*, 16 (1) :7-25

10. Gerdesmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, Maier M, Loew M, Wörtler K, Lampe R, Seil R, Handle G, Gassel S, Rompe JD. (2003) Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff: a randomized controlled trial. *JAMA*, 290 (19) : 2573-2580
11. Gerdesmeyer L, Weil L, Maier M, Lohrer H, Frey C, Feder K, et al. (2007) Treatment of Painful Heel. *SwissDolor Clast: Summary of Clinics Study Results-FDA/PMA Approval*
12. Ghalayini, Ibrahim F., Al-Ghazo, Mohammed A. and Khader, Yousef S. (2007) Extracorporeal shockwave lithotripsy versus ureteroscopy for distal ureteric calculi: efficacy and patient satisfaction.[online]. vol.32, n.6 [cited 2013-08-21], pp. 656-667 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-55382006000600006&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1677-5538. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-55382006000600006>
13. Giombini A, Di Cesare A, Safran MR, Ciatti R, Maffulli N. (2006) Short-term effectiveness of hyperthermia for supraspinatus tendinopathy in athletes: a short-term randomized controlled study. *Am J Sports Med.* 34(8):1247-1253
14. Greve, Júlia Maria D'Andréa; Grecco, Marcus Vinicius and santos-Silva, Paulo Roberto. (2009) Comparison of radial shockwaves and conventional physiotherapy for treating plantar fasciitis. *Clinics* [online]. vol.64, n.2 [cited 2013-08-15], pp. 97-103 . Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-59322009000200006&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1807-5932. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-59322009000200006>
15. Henk van der Worp, Inge van den Akker-Scheek, Hans van Schie and Johannes Zwerver. (2013) ESWT for tendinopathy: technology and clinical implications? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(6):1451–1458
16. Hiroshi Tadenuma, Takeshi Ishihara, Taketo Yamaguchi, Shouichi Tsuchiya, Akitoshi Kobayashi, Kazuyoshi Nakamura, Reiko Sakurada, Hiromitsu Saisho (2005) Long-term Results of Extracorporeal Shockwave Lithotripsy and Endoscopic Therapy for Pancreatic Stones? *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 3(11):1128-1135
17. Huisstede BM, Gebremariam L, van der Sande R, Hay EM, Koes BW. (2011) Evidence for effectiveness of Extracorporeal Shock-Wave Therapy (ESWT) to treat calcific and non-calcific rotator cuff tendinosis--a systematic review. *Man Ther.* Oct;16 (5): 419-433
18. J.-D. Albert, J. Meadeb, P. Guggenbuhl, F. Marin, T. Benkalfate, H. Thomazeau, and G. Chalès. (2007) High-energy extracorporeal shock-wave therapy for calcifying tendinitis of the rotator cuff: A RANDOMISED TRIAL? *J Bone Joint Surg Br*,89-B:335-341
19. Jan D. Rompe and Nicola Maffulli. (2007) Repetitive shock wave therapy for lateral elbow tendinopathy (tennis elbow): a systematic and qualitative analysis? *British Medical Bulletin*, 83 (1): 355-378
20. Johannes Zwerver, Evert Verhagen, Fred Hartgens, Inge van den Akker-Scheek, Ron L Diercks. (2010) The TOPGAME-study: effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in jumping athletes with patellar tendinopathy. Design of a randomised controlled trial? *BMC Musculoskeletal Disorder*,11:28

21. Johannes Zwerver, Tamara Kramer ,Inge van den Akker-Scheek. (2009) Validity and reliability of the Dutch translation of the VISA-P questionnaire for patellar tendinopathy? *BMC Musculoskeletal Disorder*,10:102
22. Jong Hyun Jeon, Yun Jae Jung, Ju Youn Lee, Ji Soo Choi, Jeong Hyeon Mun, Won Yong Park, Cheong Hoon Seo, Ki Un Jang. (2012) The Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Myofascial Pain Syndrome? *Annals of Rehabilitation Medicine*,36 (5): 665-674
23. K.M. Taunton, J.E. Taunton, K.M. Khan. (2003) Treatment of patellar tendinopathy with extracorporeal shock wave therapy? *BC Medical Journal*,45(10):500-507
24. Kaia Engebretsen, Margreth Grotle,Erik Bautz-Holter, Leiv Sandvik, Niels G Juel, Ole Marius Ekeberg, Jens Ivar Brox. (2005) Radial extracorporeal shockwave treatment compared with supervised exercises in patients with subacromial pain syndrome: single blind randomised study? *BMJ*, 339:b3360
25. Kannus P. (1997) Etiology and pathophysiology of chronic tendon disorders in sports? *Scand J Med Sci Sports*, 7(2):78-85
26. Kettunen JA, Kvist M, Alanen E, Kujala UM. (2002) Long-term prognosis for jumper's knee in male athletes. A prospective follow-up study? *Am J Sports Med*,30(5):689-692
27. Lane, N. E. and Nevitt, M. C. (2002) Osteoarthritis, bone mass, and fractures: How are they related? *Arthritis & Rheumatism*, 46:1–4
28. Lyden P., Brott, T., Tilley B., Welch K. M., Mascha, E. J., Levine S., Haley E. C. Grotta J., Marler J. (1994) Improved reliability of the NIH Stroke Scale using video training. NINDS TPA Stroke Study Group? *Stroke*, 25 (11): 2220-2226
29. Manganotti P., Amelio E. (2005) Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke? *Stroke; a journal of cerebral circulation*, 36 (9): 1967-1971
30. Martini L, Fini M, Giavaresi G, Torricelli P, de Pretto M, Rimondini L, Giardino R. (2003) Primary osteoblasts response to shock wave therapy using different Parameters? *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol*,31 (4): 449-466
31. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, van Holsbeeck M. (1995) Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br.* 77(2):296-298
32. Muraoka T, Hagino H, Okano T, Enokida M, Teshima R. (2007) Role of subchondral bone in osteoarthritis development: a comparative study of two strains of guinea pigs with and without spontaneously occurring osteoarthritis? *Arthritis Rheum*,56 (10): 3366-3374
33. Nalini M Guda, Susan Partington, Martin L Freeman. (2005) Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy in the Management of Chronic Calcific Pancreatitis: A Meta-Analysis? *Journal of the Pancreas*,6(1):6-12
34. Ogden JA, Alvarez RG, Levitt R, Marlow M. (2001) Shock wave therapy (Orthotripsy) in musculoskeletal disorders. *Clin Orthop Relat Res.* 387:22–40. [PubMed]
35. Olimpio Galasso, Ernesto Amelio, Daria Anna Riccelli and Giorgio Gasparini (2012): Short-term outcomes of extracorporeal shock wave therapy for the treatment of

- chronic non-calcific tendinopathy of the supraspinatus: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13:86
36. Oystein B. Lian, Lars Engebretsen and Roald Bahr. (2005) Prevalence of Jumper's Knee Among Elite Athletes From Different Sports A Cross-sectional Study? *The American journal of sports medicine*,33(4):561-567
 37. Petrisor B A, Lisson S, Sprague S. (2009) Extracorporeal shockwave therapy: A systematic review of its use in fracture management? *Indian Journal of Orthopaedics*,43:161-167
 38. Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Kullmer K, Schwitalle M, Krischek O. (1998) Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis: a sonographic and histological study? *J Bone Joint Surg*, 80(B):546-52.
 39. Roxas M. (2005) Plantar Fasciitis: diagnosis and therapeutic considerations. *Alt Med Rev.* ;10:83-93.[PubMed]
 40. Sang Seok Lee, Sangkuk Kang, Noh Kyoung Park, Chan Woo Le, Ho Sup Song, Min Kyun Sohn, Kang Hee Cho and Jung Hwan Kim. (2012) Effectiveness of Initial Extracorporeal Shock Wave Therapy on the Newly Diagnosed Lateral or Medial Epicondylitis? *Annals of Rehabilitation Medicine*, 36(5):681-687
 41. Sems A, Dimeff R, Ianotti JP. (2006) Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic tendinopathies? *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*,14:195-204
 42. Speed CA, Richards C, Nichols D, Burnet S, Wies JT, Humphreys H, HazlemanBL. (2002) Extracorporeal shock-wave therapy for tendonitis of the rotator cuff. A double-blind, randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.*;84(4):509-512
 43. Stasinopoulos D, Johnson MI. (2005) Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy for tennis elbow (lateral epicondylitis)? *British journal of sports medicine*,39:132-136
 44. Wang CJ, Yang KD, Wang FS, Hsu CC, Chen HH. (2004) Shock wave treatment shows dose-dependent enhancement of bone mass and bone strength after fracture of the femur. *Bone*, 34(1):225-230
 45. Wang CJ, Weng LH, Ko JY, Sun YC, Yang YJ, Wang FS. (2011) Extracorporeal shockwave therapy shows chondroprotective effects in osteoarthritic rat knee? *Arch Orthop Trauma Surg*,131(8):1153-1158
 46. Zhi-Hong Xu, Qing Jiang, Dong-Yang Chen, Jin Xiong, Dong-Quan Shi, Tao Yuan, Xiao-Lin Zhu. (2008) Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures? *International Orthopaedics*, 33(3):789-793